

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO***

Estudio de la calidad de la carne de toro de Lidia mediante análisis químico y organoléptico y paneles sensoriales

presentado por

CARMEN MARTÍNEZ SOLOZÁBAL

aurkeztua



INGENIERO AGRÓNOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA

Junio, 2014 / *Ekaina, 2014*

Estudio de la calidad de la carne de toro de Lidia mediante análisis químico y organoléptico y paneles sensoriales



Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Agrónomos

*Nafarroako
Unibertsitate
Publikoa*



Universidad
Pública de
Navarra

Dña. M^a José Beriain Apesteguia, Catedrática del Área de Nutrición y Bromatología del Departamento de Ciencias del Medio Natural de la Universidad Pública de Navarra y D. Antonio Purroy Unanua, Catedrático del Área de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra

INFORMAN QUE:

el Trabajo Fin de Carrera titulado “Estudio de la calidad de la carne de toro de Lidia mediante análisis químico y organoléptico y paneles sensoriales” que presenta la alumna Carmen Martínez Solozábal, ha sido realizado en el Departamento de Ciencias del Medio Natural bajo nuestra dirección, cumple las condiciones exigidas y autorizamos su presentación.

Y para que así conste, firmamos el presente informe en Pamplona a 9 de junio de 2014.

Fdo.: M^a José Beriain Apesteguia

Fdo.: Antonio Purroy Unanua

AGRADECIMIENTOS

A M^a José Beriain y Antonio Purroy, directores de este Trabajo Fin de Carrera, por la ayuda prestada durante su redacción.

A Vicky Sarriés y Kizkitza Insausti, por su inestimable ayuda y trabajo durante las sesiones de cata. Este Trabajo Fin de Carrera no hubiera podido llevarse a cabo sin ellas.

A todos los catadores que han participado en las catas por su disponibilidad y amabilidad y por ser una parte imprescindible de este estudio.

A Marta y Susana, porque siempre han estado dispuestas a ayudarme a resolver los problemas que me han ido surgiendo en el laboratorio.

A Ainhoa y María, porque a veces han tenido que “involucrarse” más de lo debido en este trabajo y siempre con una sonrisa. Gracias por vuestra ayuda y apoyo.

A mis compañeros del Máster en Agrobiología Ambiental por su comprensión, especialmente a Jacobo Enrique y Daniel por su paciencia.

A todas y cada una de las personas que se han preocupado por mí durante la redacción de este trabajo y me han dado ánimos para continuar.

Finalmente, pero en un lugar preferente, a mis padres y mis hermanos, así como a mis tíos y primos y a la pequeña Eva, que siempre me han apoyado y sin los cuales hubiera sido imposible llegar hasta aquí.

MUCHAS GRACIAS A TODOS.

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	I
ÍNDICE DE TABLAS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
RESUMEN	X
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ANTECEDENTES	4
2.1. TORO DE LIDIA.....	4
2.1.1. La raza de Lidia	4
2.1.1.1. Origen.....	4
2.1.1.2. Castas fundacionales.....	6
2.1.1.3. Morfología del toro de Lidia.....	9
2.1.1.4. Comportamiento del toro de Lidia.....	15
2.1.2. Sistema de producción.....	16
2.1.2.1. Instalaciones.....	17
2.1.2.2. Nacimiento de los becerros.....	21
2.1.2.3. Destete y herradero	22
2.1.2.4. Tienta.....	23
2.1.2.5. Reproducción	24
2.1.3. Alimentación del toro de Lidia	24
2.1.3.1. Alimentación de la vaca	25
2.1.3.2. Alimentación del becerro	26
2.1.3.3. Alimentación de los machos	27
2.2. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE	28
2.2.1. Estructura del músculo	28
2.2.2. Transformación del músculo en carne.....	30
2.2.3. Composición química de la carne.	33
2.3. CALIDAD DE LA CARNE	35
2.3.1. Calidad objetiva.....	35
2.3.1.1. Color	35
2.3.1.2. Textura	36
2.3.1.3. Flavor.....	41
2.3.2. Calidad organoléptica: análisis sensorial.	41
2.3.2.1. Introducción al análisis sensorial.	41
2.3.2.2. Tipos de catadores	43
2.3.2.3. Pruebas sensoriales.....	43

2.3.2.4. Escalas sensoriales	46
2.4. LA CARNE DE TORO DE LIDIA.....	48
2.4.1. Producción de carne de toro de Lidia.	48
2.4.2. Características de la carne de toro de Lidia	49
2.4.3. Comercialización de la carne de toro de Lidia	49
3. OBJETIVOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	52
4. MATERIAL Y MÉTODOS	54
4.1. SACRIFICIO Y TOMA DE MUESTRAS.....	54
4.2. MEDIDA INSTRUMENTAL DE LA TEXTURA	55
4.2.1. Test de compresión de Lepetit.....	55
4.2.2. Test de corte Warner-Braztler	56
4.3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SENSORIAL	56
4.3.1. Panel entrenado.....	56
4.3.1.1. Formación del panel.....	56
4.3.1.2. Sesiones de entrenamiento	57
4.3.1.3. Sesiones de cata	58
4.3.1.4. Sesión de cata de platos preparados	60
4.3.2. Panel gastronómico	61
4.3.2.1. Formación del panel.....	61
4.3.2.2. Cata en el restaurante “La Perla”	62
4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	64
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA CARNE DE TORO DE LIDIA.....	67
5.1.1. Características de la canal.....	67
5.1.2. Composición química de la carne	67
5.1.3. Color de la carne	68
5.1.4. Textura	69
5.1.5. Composición en ácidos grasos de la carne.....	70
5.1.6. Análisis sensorial	74
5.1.6.1. Panel entrenado.....	74
5.1.6.2. Panel gastronómico.....	77
5.2. EFECTO DE LA GANADERÍA Y DE LA MADURACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE TORO DE LIDIA.....	79
5.2.1. Efecto de la ganadería.....	79
5.2.1.1. Características de la canal	79
5.2.1.2. Composición química de la carne.....	79
5.2.1.3. Color de la carne	80

5.2.1.4. Textura	81
5.2.1.5. Composición en ácidos grasos de la carne	85
5.2.1.6. Análisis sensorial	91
5.2.2. Efecto de la maduración.	100
5.2.2.1. Color	100
5.2.2.2. Composición en ácidos grasos de la carne	102
5.2.2.3. Textura	104
5.3. CORRELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EVALUADOS POR EL PANEL ENTRENADO	105
5.4. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO SOBRE LA CARNE DE TORO DE LIDIA.	112
6. CONCLUSIONES	124
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
8. ANEXOS	146
ANEXO I. Ficha descriptiva	146
ANEXO II. Ficha hedónica	148
ANEXO III. Cuestionario	150

ABREVIATURAS

ADN: ácido desoxirribonucleico

ATP: adenosin trifosfato

CLA: ácido linoleico conjugado

CRA: capacidad de retención de agua

CV: coeficiente de variación

DFD: *dark, firm and dry* (oscuras, duras y secas)

Fmax: fuerza máxima

IM: intramuscular

Mb: deoximioglobina

MbO₂: oximioglobina

MUFA: *monounsaturated fatty acids* (ácidos grasos monoinsaturados)

MMb: metamioglobina

PCF: peso de la canal fría

PSE: *pale, soft and exudative* (pálidas, blandas y exudativas)

PV: peso vivo

PUFA: *polyunsaturated fatty acids* (ácidos grasos poliinsaturados)

Rto canal: rendimiento de la canal

SEP: síndrome de estrés porcino

SFA: *saturated fatty acids* (ácidos grasos saturados)

Sig: nivel de significación (p)

TFC: Trabajo Fin de Carrera

UPNA: Universidad Pública de Navarra

Vmax: valor máximo

Vmin: valor mínimo

WB: Warner Bratzler

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la carne en función de la fuerza de corte.....	39
Tabla 2. Composición química de distintas carnes de vacuno. (Elaboración propia)....	49
Tabla 3. Características de la canal de los toros de Lidia analizados. (Elaboración propia)	54
Tabla 4. Características de la canal de los animales estudiados.....	67
Tabla 5. Composición química de la carne de los animales estudiados.	68
Tabla 6. Coordenadas de color (L, a, b) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).	68
Tabla 7. Coordenadas de color (L, a, b) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).	68
Tabla 8. Valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).	69
Tabla 9. Valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).	69
Tabla 10. Valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).....	70
Tabla 11. Valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).....	70
Tabla 12. Composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).....	71
Tabla 13. Composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).....	71
Tabla 14. Composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).	72
Tabla 15. Composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).	73
Tabla 16. Valores del perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia.	74

Tabla 17. Valores del perfil sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborado por el panel entrenado.	75
Tabla 18. Valores del perfil sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborado por el panel entrenado.	76
Tabla 19. Evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.....	77
Tabla 20. Evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.....	77
Tabla 21. Evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborada por el panel gastronómico.....	78
Tabla 22. Evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborada por el panel gastronómico.....	78
Tabla 23. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las características de la canal de los animales estudiados.	79
Tabla 24. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición química de la carne de los animales estudiados.	79
Tabla 25. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).....	80
Tabla 26. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).....	81
Tabla 27. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).	82
Tabla 28. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).	83
Tabla 29. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).	84
Tabla 30. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).....	84

Tabla 31. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración). 85	85
Tabla 32. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración). 86	86
Tabla 33. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración). 87	87
Tabla 34. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración). 88	88
Tabla 35. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia. 91	91
Tabla 36. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborado por el panel entrenado. 94	94
Tabla 37. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado. 95	95
Tabla 38. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborado por el panel entrenado..... 95	95
Tabla 39. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado. 96	96
Tabla 40. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborada por el panel gastronómico. 97	97
Tabla 41. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborada por el panel gastronómico. 99	99
Tabla 42. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados..... 100	100
Tabla 43. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados. 102	102
Tabla 44. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en la composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados. 103	103

Tabla 45. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados.	104
Tabla 46. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados.	105
Tabla 47. Coeficientes de correlación de Pearson (r) de los parámetros del perfil sensorial de los estofados elaborado por el panel entrenado (ficha descriptiva).	107
Tabla 48. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las fichas de cata hedónica y descriptiva elaboradas por el panel entrenado en la cata de estofados.	108
Tabla 49. Coeficientes de correlación de Pearson (r) de los parámetros del perfil sensorial de las carrilleras elaborado por el panel entrenado (ficha descriptiva).	110
Tabla 50. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las fichas de cata hedónica y descriptiva elaboradas por el panel entrenado en la catas de carrilleras.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esqueleto completo de uro (<i>Bos primigenius</i>), del yacimiento Pleistoceno de Fonte Campanile, en Viterbo (Italia). Museo de Paleontología de Roma. (http://ospitiweb.indire.it/~rmrc0001/museo/images/immagini%20palombo/fig%2027%20Bos%20primigenius%20scheletro.JPG).	5
Figura 2. Distribución de las castas fundacionales en España. (http://veterinarios.taurinos.blogspot.com.es/2011/06/solucion-que-encaste-y-ganaderia.html).	6
Figura 3. Casta Jijona (Pintura de Manuel Castellano, 1854).	7
Figura 4. Toro de la Tierra (Pintura de Manuel Castellano, 1854).	7
Figura 5. Casta Cabrera (Pintura de Manuel Castellano, 1854).	8
Figura 6. Hechuras del toro de lidia (http://lacuadrilladel7.blogspot.com.es/p/blog-page_2.html).	9
Figura 7. Capas simples (http://www.ganaderoslidia.com).	11
Figura 8. Particularidades de las capas (http://www.ganaderoslidia.com).	13
Figura 9. Tipos de encornaduras (http://arteytoreo-el-toro.blogspot.com).	14
Figura 10. Toro y vaca de la ganadería de Cuadri (http://loscaminosdeltoro.blogspot.com.es/2011/06/aviador-el-toro-que-cubrio-vacas.html).	14
Figura 11. Pelea en el campo (http://veterinariostaurinos.blogspot.com.es).	15
Figura 12. Hembra con becerro (Unión de Criadores de Toros de Lidia).	16
Figura 13. Instalaciones y equipamiento en una ganadería de lidia.	21
Figura 14. Becerros de la ganadería San Miguel (http://lostorosconagustinhervas.blogspot.com.es).	22
Figura 15. Marcas que se colocan en el herradero (http://www.ganaderiamurilloconde.com).	22
Figura 16. Toro cubriendo a una vaca (Unión de Criadores de Toro de Lidia).	24
Figura 17. Fases del ciclo productivo de la vaca brava (Adaptado de Purroy <i>et al.</i> , 1996).	25
Figura 18. Organización de una fibra muscular. (http://magisnef.wordpress.com/2007/04/02/fisiologia-muscular-componentes-del-musculo/)	28
Figura 19. Sarcómeros en estados funcionales diferentes. (Ross <i>et al.</i> , 2007)	29

Figura 20. Organización general del músculo esquelético (Ross <i>et al.</i> , 2007).....	30
Figura 21. Estado químico de la mioglobina. (http://www.gominolasdepetroleo.com/2011/09/sobre-el-color-de-la-carne-i.html).....	36
Figura 22. Esquema de la sonda de corte Warner-Bratzler. (Lu <i>et al.</i> , 2004).....	38
Figura 23. Variación de la fuerza de corte Warner Bratzler en una muestra de toro de Lidia.....	38
Figura 24. Esquema de la sonda de compresión Lepetit. (Campo <i>et al.</i> , 2000)	39
Figura 25. Variación de la fuerza de compresión LePetit en una muestra de toro de Lidia.....	40
Figura 26. Escala sensorial de puntuación (Elaboración propia).	47
Figura 27. Escala sensorial de intervalo (Elaboración propia).	47
Figura 28. Cocina de la sala de catas preparada para el cocinado de las muestras.	59
Figura 29. Detalle del cocinado de los filetes.....	59
Figura 30. Cabina de cata.	60
Figura 31. Cabina de cata con luz roja.....	60
Figura 32. Preparación de la cata de estofados.	61
Figura 33. Preparación de la cata de carrilleras.	61
Figura 34. Restaurante del Hotel "La Perla" (Pamplona).	62
Figura 35. Ficha de cata entregada a los miembros del panel gastronómico.	62
Figura 36. Platos de carrilleras.	63
Figura 37. Platos de estofado.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia.....	93
Gráfico 2. Evaluación sensorial de los platos de estofado elaborada por el panel entrenado.....	97
Gráfico 3. Evaluación sensorial de los platos de estofado elaborada por el panel gastronómico.....	98
Gráfico 4. Evaluación sensorial de los platos de carrilleras elaborada por el panel entrenado.....	99
Gráfico 5. Evaluación sensorial de los platos de estofado elaborada por el panel gastronómico.....	100
Gráfico 6. Efecto de la maduración en la luminosidad (L^*) de la carne.	101
Gráfico 7. Efecto de la maduración en la intensidad del color rojo (a^*) de la carne...	101
Gráfico 8. Efecto de la maduración en la coordenada b^* de la carne.....	102
Gráfico 9. Frecuencia de consumo de carne de toro de Lidia de los miembros del panel entrenado.....	112
Gráfico 10. Frecuencia de consumo de carne de toro de Lidia de los miembros del panel gastronómico.....	112
Gráfico 11. Tratamiento culinario más utilizado por el panel entrenado a la hora de consumir o cocinar carne de toro de Lidia.	113
Gráfico 12. Tratamiento culinario más utilizado por el panel gastronómico a la hora de consumir o cocinar carne de toro de Lidia.	113
Gráfico 13. Porcentaje de catadores del panel entrenado que considera o no la carne de toro de Lidia diferente de otras carnes.....	114
Gráfico 14. Porcentaje de catadores del panel gastronómico que considera o no la carne de toro de Lidia diferente de otras carnes.....	114
Gráfico 15. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de ternera.....	115
Gráfico 16. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de ternera.....	115
Gráfico 17. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de cordero.	116
Gráfico 18. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de cordero.....	116

Gráfico 19. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de cerdo.....	117
Gráfico 20. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de cerdo.	117
Gráfico 21. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de toro de Lidia.....	118
Gráfico 22. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de toro de Lidia.	118
Gráfico 23. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de pollo.....	119
Gráfico 24. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de pollo.....	119
Gráfico 25. Opinión del panel entrenado sobre la implantación de una IGP de carne de toro de Lidia.....	120
Gráfico 26. Opinión del panel gastronómico sobre la implantación de una IGP de carne de toro de Lidia.....	120
Gráfico 27. Precio que estaría dispuesto a pagar el panel entrenado por la carne de toro de Lidia en relación con el de la carne de vacuno.....	121
Gráfico 28. Precio que estaría dispuesto a pagar el panel gastronómico por la carne de toro de Lidia en relación con el de la carne de vacuno.....	121

RESUMEN

Título del Trabajo Fin de Carrera: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE TORO DE LIDIA MEDIANTE ANÁLISIS QUÍMICO Y ORGANOLÉPTICO Y PANELES SENSORIALES.

Directores: M^a José Beriain Apesteguia y Antonio Purroy Unanua.

Resumen:

La carne de toro de Lidia es un alimento cuyo consumo se limita a épocas y zonas muy concretas al estar íntimamente ligado a los festejos taurinos y a sus tradiciones gastronómicas, motivo por el cual son pocos los estudios que se han llevado a cabo para conocer sus propiedades físico-químicas y sensoriales. Por ello, en este Trabajo Fin de Carrera se ha realizado una caracterización físico-química y un perfil sensorial, elaborado por un panel entrenado, de la carne de 3 ganaderías de Lidia. Además, con el objetivo de conocer como es percibido este tipo de carne desde el punto de vista de su calidad organoléptica, se realizaron 2 catas de platos preparados, en concreto estofados y carrilleras. Estas catas tuvieron lugar en un establecimiento de restauración con un panel gastronómico formado por catadores relacionados con el mundo del toro y también en una sala de catas normalizada con el panel entrenado. En todas las catas se degustó también carne de ternera de raza Pirenaica, por ser una carne de consumo habitual en la zona, con la intención de estudiar las posibles diferencias existentes entre ambos tipos de carne.

La carne de los toros estudiados se caracterizó por presentar un intenso color rojo oscuro debido a su elevado pH final (cerca de 6), aunque no mostró las características típicas de carnes DFD (oscuras, duras y secas). En cuanto al perfil textural, el componente miofibrilar de la carne fresca presentó una menor resistencia a la compresión que en otras carnes de vacuno. Sin embargo, tras el cocinado y debido a la cantidad y naturaleza del colágeno, fue más dura que la de otras razas bovinas. Por su nivel de engrasamiento intramuscular (con un valor medio de 2,29%) esta carne puede ser considerada baja en grasa y poseedora de unas propiedades nutritivas adecuadas para el consumo humano.

El perfil sensorial describe esta carne como un alimento de olor y flavor intensos, donde predominan los aromas característicos de vacuno frente a los de hígado y que sólo fue considerada diferente de la carne de ternera Pirenaica cuando ésta se cocinó a la plancha y sin sal.

Por último, tras la cata de estofados y carrilleras por los dos paneles sensoriales y el estudio de sus hábitos de consumo, se concluyó que, aunque los miembros del panel gastronómico demostraron estar más familiarizados con la carne de ganado de Lidia, el contexto social de una zona como Pamplona, de gran tradición taurina, ha provocado que las diferencias entre ambos paneles no sean excesivamente acusadas. No obstante, cabe señalar que varios de los panelistas relacionados con el mundo del toro estarían dispuestos a pagar más por este tipo de carne. Para ellos el consumo de carne procedente de ganado bravo implicaría una serie de sensaciones y emociones positivas que compensaría el incremento del precio.

INTRODUCCIÓN

1.INTRODUCCIÓN

La situación actual del sector taurino, que se ha visto afectado en los últimos años tanto por la actual crisis económica como por una serie de medidas políticas de carácter antitaurino, está afectando seriamente a la rentabilidad económica de las ganaderías de Lidia.

La caída del número de festejos, muy acusada desde el principio de la crisis en 2007 (más del 50%), está provocando un excedente de toros bravos en España. Ante esta situación, los ganaderos se ven obligados a enviar parte de sus reses directamente al matadero, comprometiendo la rentabilidad económica de su explotación, ya que el precio percibido por cada toro sacrificado se sitúa en torno a los 500 euros frente a los 4.000-5.000 euros que cuesta su producción.

El bajo precio alcanzado por el ganado de Lidia en el matadero es debido, principalmente, a que este animal no se cría para la producción de carne y carece de las características adecuadas para este fin. Además, su consumo viene marcado por la estacionalidad y por las costumbres gastronómicas tradicionales, limitadas a épocas y zonas muy concretas y ligadas frecuentemente a los propios festejos taurinos.

Una posible solución para revalorizar las explotaciones de bravo sería dar a conocer las cualidades de este tipo de carne y promocionar su consumo por medio de la creación, por ejemplo, de una Marca de Calidad. No obstante, para alcanzar este objetivo es imprescindible, además de la colaboración de los propios ganaderos y de las instituciones oficiales, el estudio de la calidad de este tipo de carne, ya que sus características instrumentales y organolépticas son poco conocidas.

Por este motivo, el presente Trabajo Fin de Carrera, junto con otros proyectos desarrollados por la Universidad Pública de Navarra (UPNA), pretende ayudar a describir este tipo de carne realizando una caracterización tanto físico-química como organoléptica de la misma. Además, a través del análisis sensorial, realizado por dos paneles independientes y de características diferentes (uno entrenado y otro gastronómico), se intentará analizar cómo es percibida esta carne por los consumidores y estudiar el efecto de los aspectos culturales y emocionales en la percepción de la carne de toro de Lidia.

ANTECEDENTES

2.ANTECEDENTES

2.1.TORO DE LIDIA

2.1.1. La raza de Lidia

La producción de ganado de la raza de Lidia tiene una gran trascendencia económica y social en España. Según datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012), existen 1.008 ganaderías en el país, ascendiendo el censo total de la cabaña de este tipo de ganado hasta alrededor de 212.000 cabezas. Estas explotaciones se encuentran distribuidas a lo largo de toda la geografía española, aunque la mayor concentración se localiza en las zonas adeshadas de las dos mesetas, Andalucía occidental y Extremadura.

Antes de abordar el origen de la raza es importante conocer una particularidad que la diferencia del resto de bóvidos y que a su vez dificulta en gran medida su estudio. Este aspecto diferenciador no es otro que el criterio de selección perseguido por los ganaderos a lo largo de los siglos. Mientras que en el caso de otras razas de vacuno el objetivo era obtener animales con mayor desarrollo muscular o con rendimientos lecheros más elevados, el ganado bravo ha sido seleccionado en la búsqueda de un carácter de comportamiento, la bravura, por lo que el objetivo de esta selección era obtener animales con una conducta determinada, quedando la morfología en un segundo plano. Los cruzamientos continuados bajo este criterio han desembocado, con el paso del tiempo, en un grupo de animales con morfologías muy variadas pero con características funcionales comunes que permiten considerarlos como una raza, o mejor, como una agrupación racial (Sánchez, 1952).

2.1.1.1. Origen

Mediante el estudio craneométrico de restos fósiles apoyado por pinturas rupestres y otros datos historiográficos, la mayoría de los autores reconocen que la raza de Lidia descende del uro primitivo (*Bos taurus primigenius*). El uro era un rumiante salvaje que se desarrolló en la India hace unos 2 millones de años. Según la bibliografía, se caracterizaba por tener cuernos largos y pelo negro o castaño oscuro con una lista blanca en el dorso y en el lomo en los adultos. Los terneros presentaban un color más claro que se iba oscureciendo con los años. Este animal llegó a poblar gran parte del continente asiático, la zona norte de África y Europa; este último continente lo alcanzó hace unos 250.000 años (Figura 1).

A partir del uro primitivo se desarrollan dos subespecies. En el subcontinente indio aparecen individuos de *Bos taurus indicus*, bóvidos con joroba, denominados de tipo cebuino, mientras que en Europa se desarrolla el *Bos taurus taurus* o tipo taurino, que se caracteriza por no presentar giba. Esta especie ancestral de las razas bovinas actuales se extinguió en los bosques de Polonia hacia comienzos del siglo XVII, allí donde vivían los últimos ejemplares en estado salvaje, ya que previamente había sido domesticado hace unos 11.000 años (Fernández *et al.*, 2006).

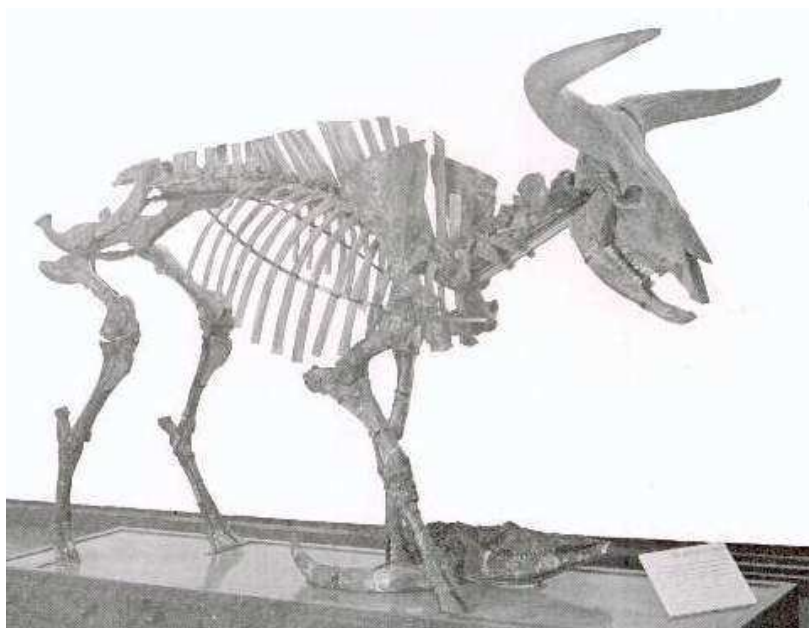


Figura 1. Esqueleto completo de uro (*Bos primigenius*), del yacimiento Pleistoceno de Fonte Campanile, en Viterbo (Italia). Museo de Paleontología de Roma.

(<http://ospitiweb.indire.it/~rmrc0001/museo/images/immagini%20palombo/fig%2027%20Bos%20primigenius%20scheletro.JPG>).

La Península Ibérica, por su situación geográfica, pudo recibir influencias tanto de poblaciones del norte de Europa como de bóvidos africanos. Además, estas subespecies convivieron con ejemplares de *Bos taurus ibericus* existentes ya en la península (Fernández *et al.*, 2006).

Recientemente, diversos estudios han demostrado la influencia del ganado africano sobre algunas razas bovinas de la Península Ibérica. Para ello se ha secuenciado el ADN mitocondrial (que se transmite, únicamente, por vía materna) de ejemplares de varias ganaderías de la raza de Lidia y se ha comparado con las secuencias de restos arqueológicos del primitivo uro localizadas en el Reino Unido y en Italia, además de restos más recientes encontrados en la Península Ibérica (Cortés *et al.*, 2007). Los resultados muestran una mayor influencia del ganado africano en la formación de la raza de Lidia que en la mayoría del resto de razas europeas en las que, exceptuando algunas peninsulares e italianas, es prácticamente nula. Esta influencia africana no es homogénea, ya que en algunos encastes este haplotipo no existe y en otros alcanza valores superiores al 50 %. Otra conclusión importante obtenida de este estudio es que el toro de Lidia actual presenta un ADN mitocondrial similar al de los uros encontrados en Italia y en la Península Ibérica, mientras que se encuentra más alejado genéticamente del hallado en el Reino Unido (Cortés *et al.*, 2007).

Tras este pequeño análisis filogenético de la raza de Lidia es importante destacar que no se deben rechazar otras muchas líneas ancestrales, ya que el auténtico origen del toro bravo se encuentra en la selección de un comportamiento muy poco común en los bóvidos, la acometividad. Por lo tanto, esta raza descende de todo vacuno ibérico con unas características de conducta sobre las que posteriormente pueda seleccionarse esa acometividad y fiereza (Sotillo *et al.*, 1996).

2.1.1.2. Castas fundacionales

Se denomina casta fundacional a todas aquellas poblaciones de bovinos a partir de las cuales se han ido conformando las ganaderías de toros de Lidia tal y como son conocidas en la actualidad (Sotillo *et al.*, 1996). Según el investigador Luis Uriarte en su obra *El toro de lidia español* (1970) existen 7 castas fundacionales: Casta Navarra, Casta Morucha-Castellana, Casta Jijona, Toros de la Tierra, Casta Cabrera, Casta Vazqueña y Casta Vistahermosa (Figura 2).



Figura 2. Distribución de las castas fundacionales en España.

(<http://veterinariostaurinos.blogspot.com.es/2011/06/solucion-que-encaste-y-ganaderia.html>).

- **Casta Navarra**

El toro navarro fue criado desde tiempo inmemorial en la zona de las Bardenas Reales, especialmente, en los términos de Tudela, Arguedas, Corella, Funes, Peralta y Caparroso (Cañón *et al.*, 2007), siendo la Casta Navarra la más antigua de todas las castas fundacionales, ya que existe constancia de su utilización en festejos con toros desde el siglo XIV (Palomares, 2003).

En el siglo XIX los animales de esta casta eran pequeños y con la cabeza demasiado grande para el tamaño de su cuerpo. Sus cuernos eran cortos y blanco-amarillentos y su pelaje normalmente era largo, rizado y rojizo. En cuanto a su comportamiento eran toros muy bravos, ágiles y ligeros. Bien lidiados no perdían nobleza ni bravura, pero si la lidia no era correcta podían convertirse en animales resabiados y peligrosos.

- **Casta Morucha-Castellana**

La Casta Morucha-Castellana se desarrolla a partir del ganado autóctono de una zona de Valladolid conocida como "Raso de Portillo" y de otros puntos cercanos de la Comunidad de Castilla y León. Algunos autores apuntan que en su formación pudo tener influencia el ganado de origen navarro (Cañón *et al.* 2007; Palomares, 2003).

Esta casta se caracterizaba por sus ejemplares de gran talla y feos de hechuras. Eran cornivueltos, de ojos saltones y vivos y, en cuanto a su pelaje, predominaban las capas negras y eran bociblancos, listones y bragados. En el ruedo, pese a su bravura, mostraban mansedumbre ante el castigo (Cañón et al, 2007).

- **Casta Jijona**

La Casta Jijona tiene su origen en el ganado autóctono de la Mancha, fundamentalmente en la zona de Villarubia de los Ojos y Valdepeñas (Ciudad Real), pero tuvo incorporaciones de otras zonas del centro de la península (Figura 3).

Los toros de casta Jijona eran de gran talla, elevado peso y hechuras desgarbadas. En cuanto al color del pelo, predominaba el colorado encendido ("jijón"), pero había igualmente castaños, retintos e incluso negros. Eran toros bravos, ágiles y duros que se crecían ante el castigo, adquiriendo resabios y conservando bravura y temperamento (Cañón et al., 2007).

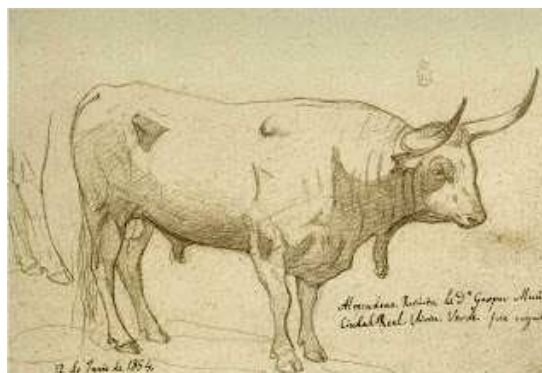


Figura 3. Casta Jijona (Pintura de Manuel Castellano, 1854).

- **Toros de la Tierra**

Los toros de la Tierra tuvieron el mismo origen que la casta Jijona y se les suele considerar como una única casta fundacional. Se diferenciaban de los "jijones" por tener mayor alzada, el cuello más largo y los cuernos más gruesos. Solían ser de color negro, aunque también existían ejemplares colorados, castaños... y algunos eran listones o eran carinegros o coliblancos (Figura 4).

En la lidia eran bravos, codiciosos y muy ariscos mientras no perdían poder y facultades, en cuyo caso adquirirían resabios y sentido.

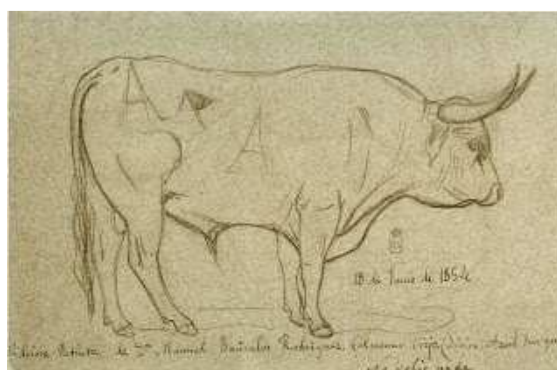


Figura 4. Toro de la Tierra (Pintura de Manuel Castellano, 1854).

- **Casta Cabrera**

El origen de la Casta Cabrera es muy heterogéneo, pues procede de la recaudación de los diezmos que ciertos conventos de Jerez de la Frontera y Sevilla cobraban en especie a los ganaderos vecinos de su jurisdicción. Los toros de la Cartuja de Jerez fueron lidiados por primera vez en el siglo XVII y son considerados la primera ganadería brava de Andalucía (Cañón *et al.*, 2007).

Las reses de esta casta se caracterizaban por su considerable alzada, su corpulencia, su cuerpo largo y galgueño y su gran variedad de pelajes (negro, cárdeno, berrendo, jabonero...). Eran toros bravos, fuertes y poderosos, con grandes facultades para la lidia, pero, al igual que los animales de alguna de las castas descritas, propensos al resabio y al peligro (Figura 5).



Figura 5. Casta Cabrera (Pintura de Manuel Castellano, 1854).

- **Casta Vistahermosa**

La Casta Vistahermosa fue fundada antes de 1733 por los hermanos Rivas, ricos labradores de Dos Hermanas (Sevilla), en una zona de marismas del río Guadalquivir (Alonso de la Varga *et al.*, 2013).

Eran animales de no mucha alzada pero de proporciones correctas, finos y fuertes, de cabeza pequeña y cornicortos. La capa predominante era la negra, aunque también había algunos ejemplares cárdenos y colorados en melocotón. Las condiciones más estimables de esta casta fueron la bravura y la nobleza, que conservaban hasta el final de la lidia (Cañón *et al.*, 2007). Debido a su aptitud para el toreo, esta casta es el origen de la mayoría de las ganaderías de Lidia existentes en la actualidad (Palomares, 2003).

- **Casta Vazqueña**

La Casta Vazqueña se forma a partir del cruce de animales de distintas ganaderías de origen casta Cabrera con animales de casta Vistahermosa, realizado por D. Vicente José Vázquez a partir de 1790 (Alonso de la Varga *et al.*, 2013).

Los toros de casta Vazqueña eran más pequeños y con menos cornamenta que los de casta Cabrera, pero no tan cornicortos como los de Vistahermosa (Palomares, 2003). Presentaban multitud de capas, principalmente eran negros, cárdenos, berrendos, tanto en negro como en castaño, sardos y jaboneros. Al saltar al ruedo ofrecían una salida espectacular y eran extremadamente duros, bravos y querenciosos, y desarrollaban sentido si se lidiaban de manera incorrecta (Cañón *et al.*, 2007).

Los toros de Lidia se clasifican de acuerdo a baremos que afectan a muchas de sus características zootécnicas y que han dado origen a una riquísima nomenclatura creada, a lo largo del tiempo, por los vaqueros y mayores de las ganaderías. A continuación, se describen las principales “hechuras” de este animal y como son denominadas en la terminología taurina (Figura 6):

-
- Diagrama de nueve tipos de vacas, cada una con una característica distintiva marcada por una línea amarilla:
- Zanudo:** Vacas con cuernos largos y curvados.
 - Calgueño:** Vacas con cuernos cortos y rectos.
 - Barrigudo:** Vacas con una barriga grande y redondeada.
 - Ensilado:** Vacas con un cuello largo y delgado.
 - Lomitendo:** Vacas con una loma alta y prominente.
 - Enmorrillado:** Vacas con cuernos muy cortos y gruesos.
 - Corto De Cuello:** Vacas con un cuello corto y grueso.
 - Largo de Cuello:** Vacas con un cuello largo y delgado.
 - Hondo:** Vacas con una barriga profunda y estrecha.

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira

CAPAS DEL TORO DE LIDIA

La piel de estos animales es fuerte y elástica y su pelo fino y tupido. Aunque, en la actualidad, el 80 % de los animales encaja en la descripción de toro negro zaíno, con mucosas, pezuñas y pitones también negros, existen animales con capas de multitud de colores (cárdenas, coloradas, pardas, jaboneras, castañas...). Las capas o pintas del toro bravo se clasifican en capas simples y compuestas o mixtas y pueden presentar particularidades en forma de manchas en distintas partes del cuerpo.

- **Capas simples (Figura 7):**

- Blancas:

- *Ensabanado*: es el vacuno bravo cuyo pelaje tiene color blanco, más o menos sucio.

- Pajizas:

- *Pajizo*: toro de pinta amarillenta.
- *Albahío*: toro de color blanco-amarillento, similar al pajizo claro.
- *Jabonero*: color cremoso, con matices terrosos. Se distinguen dos variedades de pelajes jaboneros, una de tonalidad más clara, que se llama Jabonero Claro y otra más oscura, en la que el matiz terroso aparece más marcado, y que recibe el nombre de Jabonero Sucio.
- *Barroso*: pelaje de tonos amarillentos sucios, con matices cenizos, terrosos y oscuros, que se asemeja a la coloración del barro fresco.
- *Perlino*: son los jaboneros claros con reflejos grisáceos que presentan un color similar al de las perlas.

- Coloradas:

- *Colorado*: es el ejemplar cuya capa está formada por pelos de color rojo.
- *Melocotón*: pinta colorada muy clara, tirando a color pajizo, como la piel de los melocotones.
- *Jijón*: toro de pinta colorada encendida.
- *Avinagrado*: pelaje colorado en el que la coloración de los pelos adquiere una tonalidad violácea, más o menos oscura.

- Castaños: capa integrada por la interacción de pelos rojos y negros. Admite variedades claras y oscuras.

- Cenizo: toro de color gris ceniza.

- Negras:

- *Azabache*: pinta de pelo negro, fino, lustroso y aterciopelado. Presenta un reflejo azulado.
- *Mohíno*: toro de pelo negro brillante, cuyo morro, a diferencia del azabache, es completamente negro, sin brillo.

- *Mulato*: variedad de las capas negras que carece de brillantez y presenta una tonalidad parduzca o rojiza parecida al pelaje de los mulos.
- *Zaino*: capa color negro mate, sin brillo ni matices.



Figura 7. Capas simples (<http://www.ganaderoslidia.com>).

- **Capas compuestas:**

- Cárdenos:

Aquellos toros cuyas capas están formadas por pelos negros y blancos que dan un tono grisáceo. Si predominan los pelos blancos, será Cárdeno Claro ó "Franciscano" si dominan los pelos negros, Cárdeno Oscuro.

- Berrendos:

Capa mezcla de dos o tres colores en forma de grandes manchas independientes sobre un fondo blanco, que es el que predomina. La denominación correcta de la capa la marcará el color de esas manchas que se superponen al blanco; de esta forma existe el berrendo en negro, en colorado, en castaño, en cárdeno, en jabonero, en salinero en sardo...

- Sardos:

Estos toros presentan una capa mixta constituida por pelos rojos blancos y negros, mezclados uniforme o irregularmente. En el sardo propiamente dicho predomina el tono rojo; en el sardo claro, el blanco y, en el oscuro, el negro.

- Salineros:

Toros en cuya capa se combinan pelos rojos y blancos. El predominio de cada uno da lugar al salinero claro (más blanco) y al oscuro (más rojo).

- **Particularidades de las capas (figura 8):**

- Particularidades del tronco:

- *Aparejado*: es el ejemplar de capa berrenda que presenta una banda de color blanco, de unos veinte o veinticinco centímetros de anchura, que recorre la espina dorsal y se prolonga por la grupa y la parte inferior del cuerpo de la res, enmarcándola en blanco.
- *Albardado*: toro cuyo pelo es más claro en la parte del lomo y costillares que en el resto del cuerpo.
- *Bragado*: toro que tiene el vientre blanco.
- *Listón*: toro que presenta una franja estrecha de distinto color que el resto de la capa a lo largo de la espina dorsal.
- *Meano*: Se aplica esta denominación al toro que presenta una mancha blanca en la zona del prepucio o bien un mechón de pelos blancos en dicha región.
- *Aldinegro*: toro de pinta castaña que tiene negra la parte inferior del cuerpo.
- *Burraco*: ejemplar de pelaje negro sobre el cual aparecen numerosas manchas blancas dispuestas como si fueran salpicaduras.
- *Lombardo*: toro negro, mulato o castaño oscuro que tiene el lomo tirando a castaño claro.

- Particularidades de la cabeza y el cuello:

- *Capirote*: cuando en las capas claras la cabeza y el cuello son de otro color.
- *Gargantillo*: mancha blanca alrededor del cuello.
- *Carinegro*: cuando sobre una capa clara la cara es negra.

- Particularidades de las extremidades:

- *Calcetero*: la parte inferior de las extremidades es clara, contrastando con el resto de la capa.
- *Calzón*: es el calcetero al que la mancha blanca se le prolonga por encima de los corvejones.
- *Botinero*: cuando en capas claras o berrendas, la porción baja de las extremidades es más oscura.
- *Calzado*: berrendo con las extremidades del color que le caracteriza.

- Particularidades de la cola:

- *Coletero*: toro con los pelos de la cola blancos. Antiguamente, se consideraba coleteros a los animales con mancha clara a lo largo del pecho.
- *Rabicano*: reses de pinta oscura que tienen pelos blancos diseminados a lo largo de la cola.



Figura 8. Particularidades de las capas (<http://www.ganaderoslidia.com>).

ASTAS DEL TORO DE LIDIA

Otra rasgo distintivo en el toro de Lidia es su encornadura. Las astas del toro pueden clasificarse por su color, que va del blanco al negro, pasando por tonos acaramelados en reses coloradas, hasta por su grosor, longitud y dirección (Alonso de la Varga, 2013).

- **Clasificación por grosor:**

- Astifino: es el ejemplar que presenta astas delgadas en su base y que finalizan en pitones muy finos y afilados. Este tipo de encornaduras suelen tener bastante longitud.
- Astigordo: encornaduras gruesas en la base, adelgazan ligeramente en la pala y suelen terminar en puntas algo romas. Estos cuernos suelen ser más cortos.

- **Clasificación por longitud (Figura 9):**

- Cornalón: es el toro que presenta las astas muy largas y desarrolladas, desproporcionadas con el volumen del cuerpo.
- Cornicorto: encornaduras de escasa longitud en comparación con el volumen del animal.

- **Clasificación de los cuernos por su forma (Figura 9):**

- Corniapretado: toro cuyos cuernos tienen tendencia a cerrarse, manteniendo una inclinación de unos 45 grados con respecto al suelo.
- Gacho: los cuernos crecen hacia abajo, apuntando hacia el suelo.
- Brocho: los cuernos aparecen apretados o bien cierran las puntas, quedando éstas más o menos paralelas al suelo.
- Corniabierto: ejemplar cuyas astas crecen abiertas y separadas.
- Cornipaso: los cuernos se dirigen hacia arriba, luego se curvan hacia fuera y finalmente vuelven para atrás.

- Cornidelantero: los cuernos van dirigidos hacia delante.
- Capacho: cuando los cuernos se dirigen hacia abajo, luego hacia adelante y finalmente hacia arriba, en forma de cuchara.
- Cornillano: es el toro que tiene los cuernos con apenas vueltas.
- Veleto: los cuernos se dirigen hacia afuera e, inmediatamente después, hacia arriba.
- Cubeto: es una variedad del brocho, que se percibe cuando las dos puntas de los cuernos están muy próximas entre sí.
- Bizco: cuando un pitón está más alto que otro. Se les llama bizcos del pitón que tienen más caído.
- Playero: la encornadura nace excesivamente abierta, con los dos cuernos muy separados y desarrollándose hacia fuera.
- Cornivuelto: los cuernos se dirigen hacia arriba y finalmente se vuelven para atrás, sin curvarse hacia los lados.

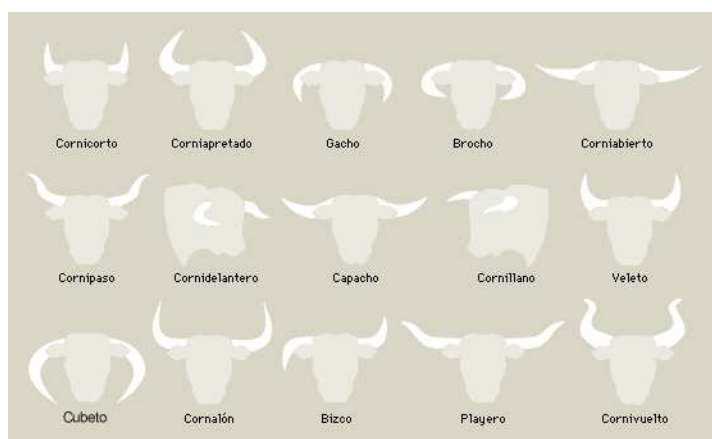


Figura 9. Tipos de encornaduras (<http://arteytoreo-el-toro.blogspot.com>).

En la raza de Lidia el dimorfismo sexual es muy acusado (Figura 10), los machos presentan formas redondeadas y mayor desarrollo muscular, mientras que las hembras tienen una conformación más ambiental, y líneas más angulosas (Centro de Investigación del Toro de Lidia de Castilla y León, 2013).



Figura 10. Toro y vaca de la ganadería de Cuadri

En conjunto, la presencia o *trapío* del toro de Lidia es la de un animal muy bello, con el tercio anterior muy desarrollado, cuerpo y grupa musculosos y extremidades finas (Sotillo *et al.*, 1996).

2.1.1.4. Comportamiento del toro de Lidia

Como ya se ha indicado anteriormente, el toro ha sido seleccionado a lo largo de los siglos con un solo objetivo: mejorar el carácter bravura. Pero, ¿qué se entiende realmente por bravura? Un toro es bravo cuando ante un determinado estímulo o provocación reacciona embistiendo de forma clara y desinteresada (Purroy, 2002). No obstante, conviene hacer una distinción entre cuando el animal se encuentra en el campo y cuando salta al ruedo, ya que el comportamiento del toro no va a ser el mismo en situaciones tan diferentes.

El toro de Lidia es un animal de carácter irritable y complicado por naturaleza. Sin embargo, no suele demostrarlo en las situaciones cotidianas, cuando se encuentra en la dehesa o en manada. Este animal prefiere evitar la pelea y no busca la lucha a no ser que se vea abocado a ello (Purroy, 2002). Es el aislamiento del resto de sus congéneres, el estar encerrado o el verse sometido a un acoso lo que desencadena las respuestas agresivas y violentas que lo caracterizan (Gil, 2012). La teoría clásica sobre el concepto de bravura afirma, sin embargo, que el toro embiste porque desea recuperar la libertad que le ha sido arrebatada.

El comportamiento agresivo de la raza de Lidia podría presentarse en las siguientes situaciones (Purroy, 2002):

- Agresiones entre machos para instaurar o mantener el orden jerárquico (Figura 11).
- La invasión del territorio de un toro por parte de otro suele ser motivo de enfrentamiento. En ocasiones, se utiliza la doble cerca, con una separación de 2 ó 3 metros entre ellas, para mantener alejados dos lotes distintos y evitar este tipo pugna.



Figura 11. Pelea en el campo (<http://veterinariostaurinos.blogspot.com.es>).

- El alimento también puede ser motivo de disputa, por lo que se recomienda que el número de comederos sea superior al de toros. De esta forma, se

consigue que los líderes puedan disponer de más de un comedero y se asegura que los más débiles también puedan acceder a la comida. En la actualidad, gracias a los comederos corridos, este problema se minimiza, siempre y cuando exista suficiente longitud de comedero.

- El toro de Lidia también hace gala de su genio cuando se va acercando la época de la cubrición. Las peleas se producen entre sementales que, o bien comparten cercado, o bien permanecen en vallados vecinos. Durante la actividad sexual las luchas se reducen, ya que a cada semental se le asigna un lote de entre 25 y 50 hembras y no le es necesario competir con otros machos por ellas.
- Otro tipo de comportamiento agresivo de vital importancia, pero ajeno a los machos, es el mostrado por las hembras recién paridas. Si la vaca es joven y poderosa no dudará en atacar al extraño que se acerque a su becerro, en cambio, si la vaca es vieja y experimentada puede optar por la astuta estrategia de alejarse del lugar donde se esconde su cría para así engañar al invasor (Figura 12).



Figura 12. Hembra con becerro (Unión de Criadores de Toros de Lidia).

- A todas estas situaciones comunes en el campo hay que añadir el momento principal en el que el toro demuestra su carácter violento: la lidia. El animal responde de forma agresiva al aislamiento, al encierro y, principalmente, al acoso al que es sometido en la plaza (Gil, 2012).

2.1.2. Sistema de producción

Las explotaciones de animales de la raza de Lidia mantienen un régimen de explotación y manejo extensivo, por lo que los ganaderos necesitan disponer de grandes extensiones de terreno. Sin embargo, en las últimas décadas las tierras dedicadas al toro cada vez son menos y de peor calidad, ya que las zonas más fértiles, donde antaño podían pastar, han pasado a dedicarse a la agricultura o a la ganadería más rentable (Rodríguez, 1996).

En la actualidad, las mejores zonas de ganado de Lidia se encuentran en las dehesas de Salamanca, Extremadura, y Andalucía occidental, y contrastan con territorios de Jaén, Madrid, Valle del Ebro, Guadalajara y la Comunidad Valenciana, donde los recursos son menores. No obstante, gracias a su gran rusticidad y capacidad de adaptación y al buen hacer de los ganaderos, esta raza ha sabido sobreponerse a las deficiencias de las fincas en los meses de penuria, siendo capaz de resistir temperaturas extremas y épocas de escasez de alimentos.

A continuación, se van a dar unas pequeñas pinceladas sobre cómo es la vida del ganado bravo en el campo y las faenas más importantes que deben realizarse en cada ganadería, no sin antes resaltar la dificultad del manejo de esta raza. Debido a su agresividad innata, la raza de Lidia puede ocasionar situaciones de peligro entre los trabajadores, por lo que el personal dedicado a su cuidado debe estar altamente especializado. Además, en este tipo de explotaciones cobra especial importancia el apoyo que prestan tanto los cabestros y los caballos como los perros (Rodríguez, 1996).

2.1.2.1. Instalaciones

- **Instalaciones de cría o de campo**

Cercas o vallas

En las explotaciones de ganado de Lidia son necesarias más cercas que en las de vacuno de carne convencional, ya que es necesario formar un mayor número de lotes (Sánchez *et al.*, 1996):

- Lotes de cubrición de las vacas madre
- Becerros (tras el destete)
- Añojos: machos de 1 a 2 años
- Añojas: hembras de 1 a 2 años
- Erales: animales de 2 a 3 años
- Eralas: hembras de 2 a 3 años
- Utreros: machos de 3 a 4 años
- Toros de 4 ó más años de edad
- Animales que necesiten un cuidado especial
- Sementales ...

Puertas

Cada uno de los cercados deberá estar dotado de una o varias entradas denominadas portelas, cancelas o talanqueras. La anchura de estas puertas será de alrededor de 3 metros, ya que tendrá que permitir tanto la entrada de vehículos (administración de pienso o forraje, ojeo o selección de toros para corridas...), como el paso de grupos de animales (lotes de hembras, toros con cabestros...).

En el caso de las ganaderías de bravo, debido al peculiar carácter de la raza, va a ser de vital importancia que éstas sean de apertura fácil y cómoda para los vaqueros, incluso, desde sus caballos (Sánchez *et al.*, 1996).

Caminos

Los caminos van a permitir comunicar todos los cercados entre si, además de con la plaza de tientas y anexos. Es necesario que sean amplios y despejados, ya que, con frecuencia, serán utilizados para trasladar grupos numerosos de animales, desde hembras con semental o con becerros, hasta lotes de toros, novillos... acompañados de 6 ó más cabestros y siempre vigilados por varios vaqueros a caballo para evitar que se vuelvan (Sánchez *et al.*, 1996).

Abrevaderos

El agua es un elemento esencial en cualquier ganadería y por lo tanto, la finca deberá disponer de un manantial o río que permita cubrir las necesidades de los animales.

En su defecto, el ganadero dispone de varias opciones, desde construir charcas o balsas para retener al agua de lluvia o instalar bebederos en cada cercado o hasta trasladar diariamente a los animales a la fuente de agua más cercana.

Comederos

Los comederos en las explotaciones de bravo sólo suelen utilizarse para el reparto del alimento concentrado y aunque se pueden observar tolvas para el suministro de forrajes, similares a las utilizadas en el ganado vacuno de carne, es frecuente que este tipo de alimento (paja o heno) sea depositado directamente en el suelo. Se recomienda el uso de comederos individuales para evitar peleas y riñas por la posesión del alimento y su número será de un 8-10 % superior al número de animales que haya en el cercado (Caballero de la Calle, 2001).

Actualmente, cada vez es más frecuente el uso de comederos corridos de hormigón. Estos comederos, con una longitud de varios metros y una profundidad de 40-50 cm, facilitan las tareas de reparto del alimento y reducen las peleas por la comida, siempre y cuando cada animal disponga de suficiente longitud de comedero y después de un periodo de acostumbramiento.

Refugios y sombras

La mayoría de los cercados se encuentran en zonas de dehesa que disponen de árboles como encinas, robles o alcornoques, que van a proteger a los animales tanto del sol y el calor durante el verano, como del frío y del viento durante el resto del año. Sin embargo, puede que exista algún cercado sin arbolado y será conveniente proporcionar refugio y sombras artificiales al ganado. Normalmente, suele ser suficiente con construir una pared orientada hacia los vientos dominantes para protegerlo del frío, y techos rudimentarios para proporcionar sombra en verano (Sánchez *et al.*, 1996).

- **Otras instalaciones (Figura 13)**

Las instalaciones que se describen a continuación son las que cobran mayor importancia en cualquier ganadería de lidia, ya que en ellas se llevan a cabo faenas imprescindibles en este tipo de explotación.

Cercado de recepción

Es un cercado de tamaño medio, cuya función es la de recibir al ganado que viene directamente del campo. Estos cercados deben disponer de varios abrevaderos, ya que las reses pueden permanecer en él durante varias horas, o incluso toda la noche, esperando a ser conducidas de nuevo (Sánchez *et al.*, 1996).

Alares o mangas

Es un estrechamiento que facilita la entrada de los animales desde el cercado de recepción hasta la puerta de los corrales. Su forma de embudo, cerrado en su parte más ancha hace que el ganado avance a lo largo de la manga sin notar que está siendo conducido hacia una nueva puerta (Caballero de la Calle, 2001).

Corral inicial

Corral de tamaño medio-grande donde se encierran las reses bravas junto con los cabestros antes de ser conducidos a los chiqueros. Sus puertas deben tener la anchura suficiente como para permitir el paso de todos los animales y han de ser correderas para que puedan ser manejadas desde pasillos elevados (Sánchez *et al.*, 1996).

Chiqueros

Son corrales de pequeño tamaño que separan a las reses individualmente, bien para ser soltadas a la plaza, para introducirlos en el muelco o manga, o para ser embarcados en el camión. La altura de los muros es superior a la del resto de dependencias para que los animales no intenten saltarlos al verse encerrados en un espacio tan reducido. En la parte superior tienen una pasarela suficiente para el movimiento de personas, que permite manejar las puertas y conducir al ganado donde se desee (Sánchez *et al.*, 1996).

Plaza de tientas

Es el lugar donde se realizan las pruebas de selección, tanto de las hembras que vayan a convertirse en vacas madre, como de los futuros sementales (Rodríguez, 1996). Las dimensiones del ruedo de las plazas de tientas varían entre los 20 y 40 metros de diámetro, siendo la altura normal de sus paredes de dos metros.

Su forma suele ser circular, aunque también existen ganaderías con plazas poligonales: cuadradas, hexagonales, octogonales... La ventaja de las plazas redondas radica en que facilitan el movimiento de los toros e impiden su refugio, además de favorecer la valoración del animal por parte del ganadero, ya que el entorno simula el de una plaza de toros convencional. Deberá disponer de, al menos, dos puertas: una que la conecte con los chiqueros, donde se aísla y espera el animal que va a ser tentado y otra que permita a la res salir hacia el campo a través del cercado de recepción (Sánchez *et al.*, 1996; Caballero de la Calle, 2001).

Embarcadero

Es el tramo final que recorre el animal antes de ser embarcado en el camión. Comunica uno de los chiqueros con el muelle de carga y debe ser lo suficientemente estrecho como para que los animales no puedan volverse

(60-70 cm) (Sánchez *et al.*, 1996). Su suelo es rugoso y tiene pendiente ascendente hasta alcanzar la altura de 1 metro, donde se colocará el vehículo de transporte (Caballero de la Calle, 2001).

La mayoría de las ganaderías de Lidia disponen de una báscula para pesar a los animales. Esta se suele colocar al comienzo de la rampa de embarque (Sánchez *et al.*, 1996).

Manga de vacunación y tratamientos veterinarios

Esta instalación es fundamental en cualquier ganadería y va a permitir realizar aplicaciones masivas de corta duración como vacunaciones, saneamientos, desparasitaciones, identificación de becerros, curas o desinfecciones de heridas... (Caballero de la Calle, 2001). Es una construcción de unos 8 a 10 metros de largo y de 1,30 metros de altura que se sitúa cerca de los chiqueros y suele estar comunicada con el corral de recepción. La anchura oscila en torno a los 70 cm para que el ganado no pueda volverse. Así mismo, la manga dispone de aperturas laterales a distintas alturas por las que se introducen maderos o barras de hierro que permiten separar y retener a los animales (Sánchez *et al.*, 1996; Caballero de la Calle, 2001).

Cajón de curas o mueco

Su misión es la de conseguir la inmovilización completa del animal y así poder prestar atención veterinaria a reses que han sufrido algún tipo de herida, lesión o cornada. Está constituido por barrotes de hierro fundido que le dan gran consistencia y su forma es rectangular con dimensiones aproximadas de 4 metros de largo, por 2 de alto. La anchura de 0,70 m va a impedir que los animales se den la vuelta en su interior. En los laterales del potro de curas existen puertas y trampillas por las que se accede fácilmente a cualquier parte del cuerpo del animal. Una vez finalizada la operación se libera a la res abriendo la puerta delantera del mueco que, generalmente, comunica con el cercado de recepción (Sánchez *et al.*, 1996; Caballero de la Calle, 2001).

Cajón de herrar

La utilidad de este cajón es la de sujetar completamente al becerro mientras se procede a marcarlo. Cerca del mismo se localiza el fogón de herrar, en cuyo interior se van a calentar los hierros o marcas de la ganadería (Caballero de la Calle, 2001). Su funcionamiento y estructura son similares a los del cajón de curas descrito anteriormente, aunque su volumen es más reducido, ya que se ha adaptado al tamaño de los becerros (Sánchez *et al.*, 1996).

Ducha o baño

La manga de vacunación permite duchar a los animales para luchar contra los ectoparásitos. Sin embargo, en determinadas ganaderías se ha optado por construir un pequeño baño de inmersión completa para tal fin (Sánchez *et al.*, 1996).

Otras instalaciones importantes en las ganaderías de bravo son las cuadras de los caballos de trabajo y los cercados y corrales para los cabestros. Además, también deberán disponer de almacenes y pajares para almacenar piensos, pajas y henos y de otras dependencias para guardar los útiles necesarios para el manejo de la ganadería (Rodríguez, 1996).

- **Instalaciones para el transporte**

El tipo de transporte de las reses varía en función del destino que vayan a tener los animales. El traslado hasta la plaza de los toros destinados para la lidia se realiza en camiones diseñados especialmente para ello, en los que la plataforma de carga está dividida en 6 a 8 compartimentos o cajones individuales. Sin embargo, en el caso del resto de animales de la ganadería el transporte no difiere del utilizado en otras razas de vacuno, donde las reses van sueltas y suficientemente hacinadas como para que puedan apoyarse unas en otras y no resbalen y caigan con el movimiento (Sánchez *et al.*, 1996).



PRODUCCIÓN DEL TORO DE LIDIA

INSTALACIONES ESPECÍFICAS

1. Plaza de tientas.
2. Cerramientos sólidos.
3. Manga de encerrar.
4. Corrales de detener.
5. Corrales de distribución.
6. Chiqueros.
7. Manga sanitaria.
8. Cajón de herrar.
9. Cajón de curas.
10. Embarcadero.
11. Comedero tradicional.
12. Comedero unifeed.
13. Fábrica de piensos.

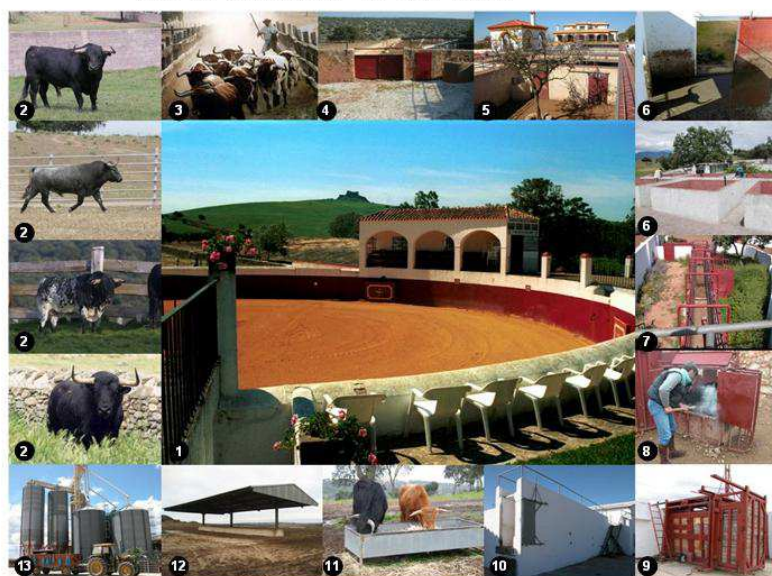


Figura 13. Instalaciones y equipamiento en una ganadería de lidia
(Unión de Criadores de Toros de Lidia).

2.1.2.2. Nacimiento de los becerros

Los partos se producen en el medio natural del ganado bravo: la dehesa. La vaca, cuando siente que el parto es inminente, se refugia en un lugar alejado y protegido y una vez que su cría ha nacido se come instintivamente la placenta para no dejar rastro (Domecq, 1985).

Tras nacer, el becerro es lamido por su madre para estimular su circulación sanguínea y la respiración. Cuando consigue ponerse en pie, mama de su madre los calostros que lo protegerán de posibles infecciones durante los primeros meses de vida. Los becerros suelen nacer fuertes y vigorosos y es posible comprobar que animales de pocos días embisten con el mismo instinto que el eral o el utrero, lo que demuestra que con los años el toro adquiere poder, pero no bravura (Figura 14) (Purroy, 2002).



Figura 14. Becerros de la ganadería San Miguel
(<http://lostorosconagustinhervas.blogspot.com.es>).

2.1.2.3. Destete y herradero

A los 6-8 meses de edad los becerros deben afrontar dos situaciones comprometidas, destete y herradero, que, a pesar de ser indispensables en una ganadería, no dejan de ser traumáticas para el joven animal. El destete consiste en la separación de los becerros de sus madres. Esta faena ha de llevarse a cabo con calma y sin brusquedad para que pueda ser culminada con éxito. En primer lugar, los vaqueros a caballo deben ir separando a las crías de sus madres, para que después sean los cabestros los que acompañen a los becerros al lugar donde van a ser herrados (Purroy, 2002).

El herradero o “bautismo de fuego” consiste en marcar la piel del animal con un hierro calentado al fuego. Para llevar a cabo este trabajo las reses van ocupando una a una el cajón de herrar donde quedan inmovilizadas. Las marcas obligatorias que se realizan en todas las reses son (Rodríguez, 1996) (Figura 15):

- Última cifra del año ganadero en el que ha nacido o guarismo (en la paletilla)
- Hierro de la ganadería (en el anca o en el cuadril)
- Asociación a la que pertenece la ganadería (en el anca o en el cuadril)
- Identificación individual de cada ejemplar (en el costillar) por orden de herrado y sexo.

En bastantes ganaderías también se realizan unas señas en las orejas, aunque de forma totalmente voluntaria.

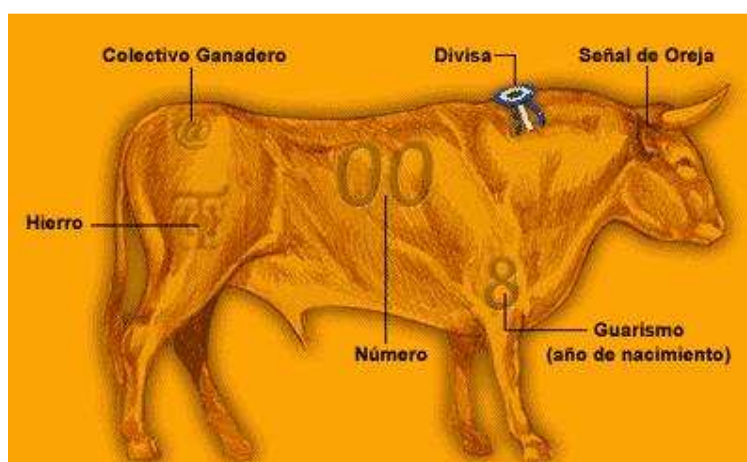


Figura 15. Marcas que se colocan en el herradero (<http://www.ganaderiamurilloconde.com>).

2.1.2.4. Tienta

La tienta, que es la base de la selección en vacuno de lidia, es una operación de campo para probar la bravura y las condiciones para la lidia de las reses. Se realiza fuera de la temporada taurina, durante los meses de otoño y de primavera, y el escenario en el que se desarrolla es la plaza de tientas de la ganadería.

- **Tienta de hembras**

Todas las hembras que han alcanzado los 2 años de edad se tientan, aspecto que no ocurre en el caso de los machos. En el desarrollo de la misma, las becerras son fijadas con el capote y colocadas en suerte delante del caballo del picador, que con una puya de poco castigo le suministra 3 ó más puyazos. En esta prueba del picador se valora si las eralas se crecen ante el castigo o si rehúyen la pelea, si repiten o no las embestidas... Después, la hembra es toreada y el ganadero observa si repite o no muchos muletazos, si tiene nobleza, si mantiene la pelea o busca refugio (Rodríguez, 1996).

Si la hembra ha sido calificada como buena en la tienta se la utilizará como madre de futuros toros. Las eralas desechadas se envían directamente al matadero o bien se cruzan con toros de carne para que su descendencia mejore su aptitud cárnica y pueda ser vendida a mayor precio o, incluso, se venden a otros ganaderos que las soliciten, con menos exigencias de bravura.

- **Tientas de machos**

La tienta de futuros sementales se realiza, únicamente, a erales escogidos que proceden de muy buena línea y presentan la estampa característica de la ganadería. Una vez en la plaza de tientas, se ponen en suerte ante el caballo de picar y reciben hasta 8 ó 10 puyazos. Si el resultado en esta suerte es positivo, posteriormente son toreados con la muleta, siendo valorados de igual forma que las hembras. Si después de la prueba del caballo y de la muleta obtienen una calificación excelente se les dejará para sementales a la espera de que se puedan tentar sus primeros productos, con el fin de comprobar si transmiten el carácter a sus descendientes (Purroy, 2002). Por el contrario, cuando el eral no ha realizado un buen papel con la muleta es enviado, ineludiblemente, al matadero, ya que, al ser un animal toreado, no puede ser utilizado en un festejo formal por volverse extremadamente peligroso para el torero.

Hay ganaderos que cuando tientan los machos prefieren no torearlos con la muleta. Si resultan muy bravos en la prueba del caballo los aprueban provisionalmente y los prueban por descendencia. Únicamente si sus hijos resultan bravos son aprobados definitivamente, no sin antes retentarlos y torearlos con la muleta.

Otra variante es la tienta a campo abierto, en la que los erales escogidos son apartados de la manada, acosados y derribados por dos caballistas para valorar su acometividad y respuesta ante los puyazos del picador. Este tipo de tienta es más difícil y costosa, además el animal presenta un alto riesgo de sufrir posibles lesiones (Gómez, 2007). Antiguamente, cuando esta clase de tienta era habitual, había bastantes ganaderos que tentaban con el caballo a toda la camada de machos y no solo a unos pocos escogidos (Purroy, 2002).

2.1.2.5. Reproducción

El sistema habitual de reproducción en el vacuno de lidia es la monta natural en libertad, donde a cada semental se le asigna un lote 25-50 vacas que cubrirá en un cercado específico (Figura 16) (Gaudioso *et al.*, 1996). Para detectar si la hembra está en celo el macho olisquea y lame la zona genital de la vaca, siendo capaz de conocer, con hasta 48 horas de anticipación, cuál va a ser la próxima hembra en presentar el celo (Purroy, 2002). Los ganaderos planifican la fecha de nacimiento de los becerros (parideras), haciéndola coincidir con épocas del año en que las condiciones ambientales no vayan a ser adversas, y en las que vaya a existir abundancia de recursos naturales en forma de pasto.

La técnicas de reproducción modernas (inseminación artificial, transferencia de embriones...) están muy poco extendidas. Además, sus resultados son peores que en el resto de bovinos, ya que las prácticas de manejo implicadas provocan en las reses de lidia un grado de estrés muy intenso al no estar habituadas a la manipulación humana (Gaudioso *et al.*, 1996)



Figura 16. Toro cubriendo a una vaca (Unión de Criadores de Toro de Lidia).

2.1.3. Alimentación del toro de Lidia

En el siguiente apartado se va a realizar un pequeño análisis sobre las necesidades nutricionales y el tipo de alimentación del ganado bravo, ya que al igual que en cualquier raza de vacuno de carne, la dieta va a ser un factor que va a influir en gran medida sobre la conformación del animal, el juego dado en la lidia y la calidad de la carne. Asimismo, es uno de los capítulos más importantes en la producción de ganado bravo, ya que se trata de un elemento de máxima repercusión en la rentabilidad de cualquier explotación ganadera (García *et al.*, 2011).

La cría del ganado bravo se desarrolla principalmente en zonas de dehesa o en lugares donde es fácil conseguir a lo largo del año una buena base forrajera, siendo los pastos de estas fincas el principal elemento nutricional de la alimentación de las reses de raza de Lidia (García *et al.*, 2011). Por tanto, en las épocas en que este alimento no es capaz de cubrir las necesidades nutricionales de los animales, será necesario mejorar su dieta mediante el suministro de pienso.

Los ganaderos cada vez son más conscientes de que únicamente un animal bien alimentado es capaz de expresar su potencial genético en su totalidad y que una

alimentación deficiente y desequilibrada puede ser la responsable de varios de los problemas de la ganadería brava actual, como la infertilidad o la falta de fuerza (Purroy *et al.*, 1996). Por ello, los gastos destinados a la nutrición de los animales pueden alcanzar entre el 60-70 % de los costes totales de una ganadería y es imprescindible regularlos para garantizar una adecuada rentabilidad económica en la explotación (Gómez, 2007).

2.1.3.1. Alimentación de la vaca

Las vacas bravas comienzan su actividad reproductiva entre los 2 y 3 años de edad y esta puede alargarse incluso hasta que alcanzan los 15 o más años. Por tanto, para que las hembras puedan tener una productividad óptima, de un becerro destetado por año, es imprescindible prestar atención a sus necesidades nutricionales, teniendo siempre presente que estas variarán con la edad del animal, mereciendo especial cuidado las vacas más jóvenes de primera, segunda e, incluso, tercera lactación (Purroy *et al.*, 1996). Además, serán diferentes en función de la fase del ciclo productivo en la que se encuentre el animal (Figura 17).

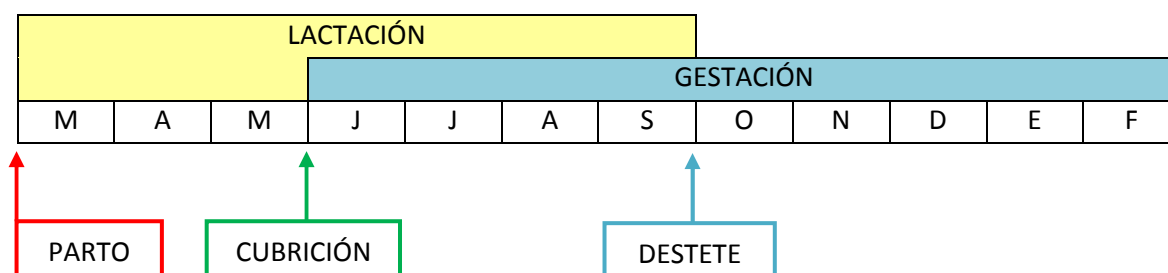


Figura 17. Fases del ciclo productivo de la vaca brava (Adaptado de Purroy *et al.*, 1996).

- **Cubrición**

La primera cubrición de las vacas de lidia se produce en el estado de eralas o novillas (2 ó 3 años de edad), siempre y cuando hayan alcanzado un mínimo del 70% de su peso vivo adulto (350 kg, aproximadamente), ya que a esa edad se encuentran todavía en pleno crecimiento. Es importante evitar que las vacas con poco desarrollo queden preñadas, ya que un excesivo crecimiento del feto puede provocar problemas de partos distócicos y comprometer la vida productiva posterior de la madre (García *et al.*, 2011).

Durante la época de cubrición, la alimentación debe ser completa y equilibrada para evitar retardos en la aparición del celo y facilitar la fecundación. Tras la implantación del oocito fecundado en la pared uterina comienza una fase crítica en la que pueden producirse muertes embrionarias, por lo que es sumamente importante continuar alimentando correctamente a la hembra y evitarle cualquier tipo de trauma (transporte, tratamiento antiparasitario...). Para intentar paliar estos problemas, cada vez está más extendida entre los ganaderos la práctica de complementar la dieta de las hembras reproductoras, desde 2 ó 3 semanas antes de la cubrición hasta 2 ó 3 semanas después de la misma, con unos 2 kg de alimento concentrado por vaca y día (Purroy *et al.*, 1996).

- **Gestación**

Los primeros meses de gestación, que en una vaca adulta no entrañan ningún riesgo, pueden resultar delicados cuando la joven hembra todavía no se ha desarrollado completamente (entre los 2 y 4 años de edad). A la hora de estimar la ración alimenticia de estas vacas hay que tener en cuenta que debe cubrir, además del mantenimiento y la gestación, las necesidades nutricionales de crecimiento.

A partir del séptimo mes de preñez, la situación se agrava, ya que es en esta etapa final de la gestación cuando se produce el 80% del crecimiento del feto, de manera que el 80 % de la energía y de la proteína y la práctica totalidad del calcio, el fósforo y el magnesio se destinan a este fin (Purroy *et al.*, 1996).

Tanto en las vacas jóvenes como en las adultas será conveniente la complementación diaria con 2 ó 3 kg de forraje de calidad media (heno de hierba) o baja (paja de cereal) y 1 ó 2 kg de alimento concentrado, ya que una alimentación deficiente durante los últimos meses de gestación puede comprometer el estado de carnes de la madre y el peso y viabilidad del becerro, así como la salida en celo en la siguiente cubrición (Purroy *et al.*, 1996, García *et al.*, 2011).

- **Lactación**

Tras el parto, las vacas tienen que afrontar la lactación y si al comienzo de esta los pastos todavía no son abundantes, tendrán que movilizar sus reservas corporales para ser capaces de producir leche para sus becerros.

Las necesidades de lactación tienen prioridad sobre las de mantenimiento, por lo que se considera razonable que una vaca adulta pierda algo de peso durante los 2 ó 3 primeros meses tras el parto. No obstante, éste deberá ser recuperado antes del verano. En cambio, como ya se ha comentado anteriormente, las eralas y novillas necesitan seguir creciendo, aunque sea en detrimento de la producción de leche. Por tanto, en ningún caso deberán perder peso, sino que tendrán que aumentar su masa corporal para garantizar tanto su correcto desarrollo como el de sus crías (Purroy *et al.*, 1996).

En definitiva, la vaca brava puede considerarse como una hembra rústica que es capaz de cubrir sus necesidades fundamentales en función del ciclo productivo del pasto. De esta forma, almacena reservas en las épocas de abundancia de alimento (primavera y otoño) y las moviliza, o bien cuando las necesidades son máximas (final de gestación y principio de lactación), o cuando no hay suficiente pasto disponible (verano e invierno) (Purroy *et al.*, 1996).

2.1.3.2. Alimentación del becerro

- **Lactante**

El nacimiento de los becerros suele producirse en invierno y en condiciones climáticas adversas, por lo que es indispensable que ingieran la máxima

cantidad de calostro (2 ó 3 kg) en sus primeras horas de vida (6 a 24 horas). El calostro es una secreción láctea, densa y cremosa, que además de presentar un gran valor nutritivo provee a los becerros de los anticuerpos necesarios para defenderse frente a posibles infecciones. Asimismo, gracias a sus propiedades laxantes, ayudan a evacuar los restos del contenido intestinal del periodo fetal.

Durante las primeras 4 ó 5 semanas la cría únicamente se alimenta de leche materna, comportándose como un animal monogástrico. A partir de este momento ya es capaz de ingerir hierba, por lo que comienza a desarrollarse el rumen. Con esta edad es recomendable que dispongan de forraje de buena calidad y pienso concentrado en tolvas especiales de acceso exclusivo para ellos. Sin embargo, a partir del 3º mes de vida, es conveniente racionarles el pienso para que no engorden demasiado, manteniendo en las épocas de escasez de pasto, el forraje siempre disponible (Purroy *et al.*, 1996).

En cuanto a las necesidades minerales del becerro, son muy elevadas durante la primera etapa de su vida, ya que estos elementos son imprescindibles para el correcto desarrollo del tejido óseo. La leche es la única fuente mineral del becerro y si la vaca no ingiere suficientes minerales en su dieta debe extraerlos de su propio esqueleto, pudiendo llegar a padecer desmineralización grave si la carencia de minerales es grande y prolongada (Purroy *et al.*, 1996).

- **Añojo o eral**

A la edad de 6-8 meses, cuando los animales alcanzan entre 100 y 150 kg de peso vivo, debe llevarse a cabo el destete. Una vez superada la separación de la madre, es importante evitar épocas de penuria alimenticia, sobre todo durante el primer invierno, para garantizar un crecimiento continuo.

Sólo a partir del primer año el animal podrá soportar un periodo de subalimentación, siempre y cuando este no sea tan acusado que provoque una bajada de su peso. Un animal que haya ingerido los niveles aconsejados de vitaminas y minerales recuperará el peso correspondiente al de su curva normal de crecimiento, una vez sometido a un régimen de alimentación adecuado. Este fenómeno fisiológico, denominado crecimiento compensatorio, es la base del manejo alimenticio de una raza rústica como la de lidia, en la que es necesario aprovechar el alimento disponible en primavera y otoño para cubrir las necesidades nutricionales de las épocas de escasez (invierno y verano) (Purroy *et al.*, 1996).

2.1.3.3. Alimentación de los machos

En las fases de utero y cuatreño se produce un gran crecimiento del tejido muscular y grasa. El animal presenta una gran capacidad de ingesta con tendencia a la acidosis y para controlarla es necesario conseguir un correcto equilibrio de la relación forraje/concentrado, procurando que consuman el máximo de forraje y limitando el de pienso (Purroy *et al.*, 1996, García *et al.*, 2011).

Cuando exista carencia de pastos será necesario aportar un complemento energético en forma de cereales que permita, tanto el crecimiento de los animales jóvenes, como un buen acabado en los animales que van a ser lidiados ese año (Purroy *et al.*, 1996).

2.2. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE

La importancia del consumo de carne radica en su alto valor nutricional, ya que es una excelente fuente de proteína, además de contener importantes cantidades de minerales esenciales y vitaminas, especialmente del grupo B (Rodríguez, 2008). Desde el punto de vista bromatológico, el término genérico carne se define como el producto alimenticio resultante de la transformación experimentada por el tejido muscular de un animal a través de una serie de procesos bioquímicos y fisicoquímicos tras su sacrificio (Bello, 2010).

2.2.1. Estructura del músculo

El conocimiento de la estructura del músculo es esencial para entender el proceso de formación de la carne y los factores que van a determinar sus futuras características. Un músculo está compuesto por un conjunto heterogéneo de fibras musculares que se agrupan en haces o fascículos. Cada una de estas fibras constituye una célula polinucleada de varios centímetros de longitud pero con un diámetro reducido, de entre 0,01 y 0,1 mm. Estas células se encuentran rodeadas por una doble membrana denominada sarcolema (Bello, 2010). Los componentes principales de la fibra muscular son las miofibrillas, que a su vez están compuestas por miofilamentos de 2 tipos: miofilamentos gruesos (de miosina) y miofilamentos finos (de actina). La disposición estructural de estos miofilamentos es la responsable del aspecto estriado que caracteriza a las fibras musculares (Figura 18).

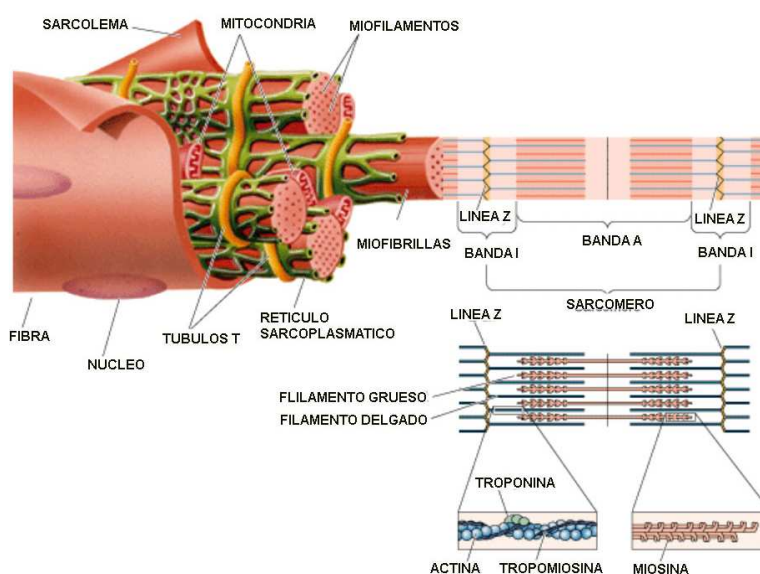


Figura 18. Organización de una fibra muscular.

(<http://magisnef.wordpress.com/2007/04/02/fisiologia-muscular-componentes-del-musculo/>)

Los sarcómeros son las unidades estructurales de las miofibrillas y tienen la capacidad de generar contracciones musculares en las fibras estriadas. Están formados por miofilamentos de actina y miosina y se dividen en las siguientes partes:

- **Línea Z:** establece los límites entre dos sarcómeros. Corresponde al lugar donde se unen los miofilamentos adyacentes de actina.
- **Banda I:** corresponde a miofilamentos delgados de actina. Es la zona más clara.
- **Banda A:** contiene miofilamentos gruesos de miosina y fragmentos de actina que se introducen entre los de miosina. Mediante tinciones especiales, se visualiza como el área más oscura.
- **Banda H:** está formada solamente por miofilamentos de miosina.
- **Línea M:** es el punto de unión de los miofilamentos de miosina. Se ubica en el centro de la banda A.

Cuando se produce un estímulo, aumenta la interdigitación de los filamentos finos (actina) y gruesos (miosina) en función del grado de contracción, produciéndose un acortamiento del sarcómero, mientras que en estado relajado el entrecruzamiento de los dos tipos de miofilamentos no es completo, por lo que las bandas H e I son relativamente anchas. En estado completamente distendido los filamentos gruesos y finos no interactúan entre sí y las bandas H e I alcanzan su longitud máxima (Figura 19).

Aunque las bandas H e I varíen su tamaño en función del grado de contracción del sarcómero la longitud de la banda A siempre es la misma y corresponde a la longitud de los filamentos gruesos (Ross *et al.*, 2007).

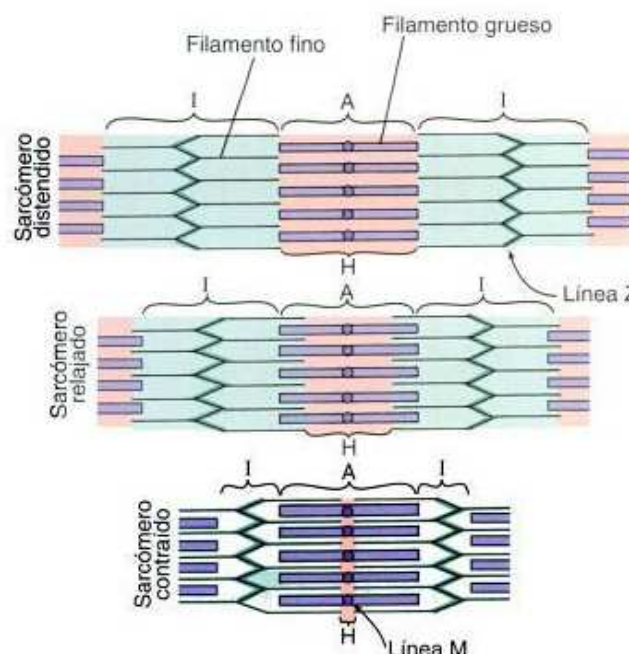


Figura 19. Sarcómeros en estados funcionales diferentes. (Ross *et al.*, 2007)

Para mantener unido este complejo entramado de células musculares es imprescindible el tejido conjuntivo. Las fibras de colágeno se agrupan dando lugar a

vainas que, en función del elemento muscular que envuelven, reciben denominaciones diferentes (Ross *et al.*, 2007) (Figura 20):

- *Endomisio*: delicada capa de fibras que rodea cada fibra muscular individual.
- *Perimisio*: capa más gruesa de tejido conjuntivo que rodea un grupo de fibras dando lugar a un haz o fascículo.
- *Epimisio*: vaina de tejido conjuntivo que rodea el conjunto de fascículos que forman un músculo.

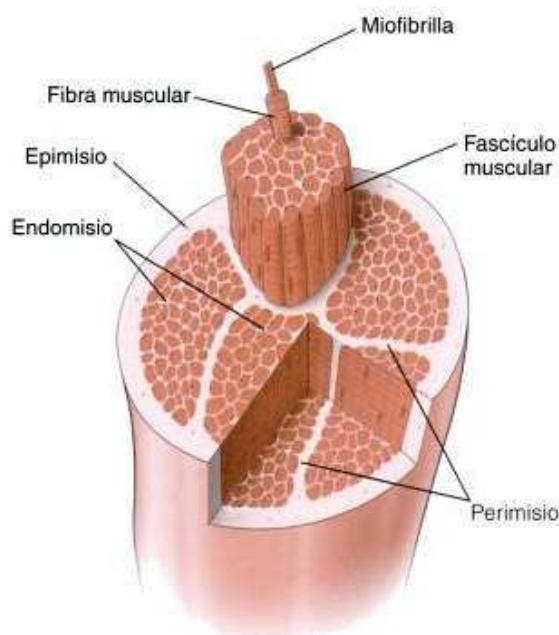


Figura 20. Organización general del músculo esquelético (Ross *et al.*, 2007)

2.2.2. Transformación del músculo en carne

El proceso de conversión del músculo en carne puede dividirse en 3 fases (Sentandreu *et al.*, 2002):

- *Pre-rigor*: fase durante la cual el músculo permanece excitable y que se corresponde con el periodo de supervivencia del sistema nervioso tras el sacrificio (Chrystall *et al.*, 1985). Su duración puede oscilar de entre unos pocos minutos y media hora.
- *Rigor o endurecimiento*: se produce como consecuencia del agotamiento de los componentes energéticos (ATP, creatinfosfato y glucosa) en el tejido muscular. Durante este periodo, de duración variable, ya que depende del tipo de músculo y de la temperatura de la canal, se reduce la elasticidad del músculo hasta que este alcanza su máxima rigidez y dureza al final de la misma.
- *Post-rigor o ablandamiento*: periodo de maduración en el que se produce el debilitamiento de la estructura miofibrilar del músculo. Este tiempo de maduración es muy variable debido a la influencia de multitud de factores, como las características individuales de cada animal, la temperatura

ambiental o el tipo de músculo. En el caso de la carne de vacuno, la terniza óptima se alcanza tras 10-15 días (Monin *et al.*, 1991; Ouali, 1991, 1999).

Tras la muerte del animal, como consecuencia del desangrado, se detiene la circulación sanguínea en el tejido muscular, lo que provoca el inicio de una compleja serie de cambios (Lawrie, 1977).

En primer lugar, se produce la interrupción del aporte de oxígeno y nutrientes al músculo, con el consecuente descenso de la energía disponible. En estas circunstancias, es necesario utilizar las reservas de glucógeno para sintetizar ATP y ante la falta de oxígeno, se produce un cambio del metabolismo aerobio al anaerobio. Por tanto, el glucógeno, en vez de degradarse en agua y CO₂ generando ATP en el proceso, se transforma en ácido láctico, reduciéndose de forma considerable el rendimiento de la reacción, ya que la producción de ATP por esta vía es mínima (Amerling, 2001). En el momento en el que se agota el ATP se instaura el *rigor mortis* o la rigidez cadavérica, ya que la falta de ATP provoca la acumulación de Ca²⁺ en el espacio miofibrilar y la unión irreversible de los filamentos de actina y de miosina, con el consecuente acortamiento de los sarcómeros (Bendall, 1961; Roncalés, 2001).

El ácido láctico, al no poder ser eliminado por el sistema circulatorio, va a originar un descenso gradual del pH muscular, que se prolongará en el tiempo hasta que se terminen las reservas de glucógeno o hasta que la acidificación del medio inactive las enzimas implicadas en estas reacciones (Sierra, 2010). El valor final de pH dependerá de la cantidad de glucógeno almacenada en el músculo antes del sacrificio y de ella va a depender en gran medida la calidad de la carne. El pH del animal vivo ronda la neutralidad y tras la muerte desciende como consecuencia de la acumulación de ácido láctico. Las carnes de calidad óptima deben tener un pH de entre 5,4 y 5,8, ya que valores de pH fuera de este umbral pueden dar problemas de carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas) o carnes DFD (secas, duras y oscuras) (Sánchez, 2003).

- Carnes PSE (*Pale, soft and exudative*)

Esta problemática es típica de la carne de ganado porcino, debido a que el cruce de razas para mejorar la canal de estos animales ha desembocado en individuos que desarrollan el síndrome de estrés porcino (SEP) y se estresan con facilidad (Coma *et al.*, 1999).

En consecuencia, se produce un rápido desarrollo del *rigor mortis* junto con un descenso acusado del pH. Esta acidificación tan acelerada se produce cuando los músculos del animal todavía siguen calientes y la combinación de pH ácido y temperatura elevada provoca la desnaturalización de las proteínas, que produce carnes pálidas y con bajas retención de agua (Bello, 2010). Este tipo de carne es difícil de aprovechar y presenta grandes problemas para la industria de transformación. En casos extremos se tira, ya que no puede ni procesarse ni comercializarse en fresco (Chambers *et al.*, 2001).

- Carnes DFD (*Dark, firm and dry*)

El estrés de los animales durante el manejo y transporte previos al sacrificio tiende a agotar las reservas de glucógeno muscular (McVeigh *et al.*, 1982; María, 2008). Este excesivo consumo de glucógeno se traduce en una alteración del grado de acidez muscular provocando que el pH final de la

carne alcance valores más elevados de lo normal, siempre por encima de 6 (Bello, 2010). El principal inconveniente que presentan las carnes DFD es su dificultad de comercialización, ya que el consumidor asocia su color oscuro con carnes viejas o mal conservadas (Kreikemeier *et al.*, 1998).

Tras el *rigor mortis* la carne debe pasar por una fase de almacenamiento en refrigeración (0-5 °C), tras la que se produce un aumento de su calidad, ya que se mejoran su jugosidad y terneza (Whitaker, 1960; Carballo *et al.*, 1991; Beriain *et al.*, 1997). Este periodo de maduración provoca una serie de modificaciones en las características sensoriales de la carne como un ablandamiento progresivo, un ligero incremento de la capacidad de retención de agua (CRA) y el desarrollo de aromas característicos (Beriain *et al.*, 1997; Roncalés, 2001).

El ablandamiento de la carne durante la maduración se debe, esencialmente, a la acción enzimática de las proteasas endógenas del músculo, capaces de producir cambios estructurales en las miofibrillas al degradar sus proteínas constituyentes. Esta actividad proteolítica ocurre, principalmente, por el efecto de calpaínas, catepsinas y del complejo proteosomal (Roncalés, 2001). Sin embargo, la dureza de la carne no depende únicamente de las miofibrillas, sino que está altamente condicionada por el tejido conectivo (colágeno) que forma el endomisio y el perimisio. El efecto que ejerce la maduración sobre el colágeno es controvertido, ya que algunos autores como Roncalés (2001) afirman que este no puede ser degradado y, por lo tanto, limita el ablandamiento, mientras que otros consideran que a partir de los 14 días de almacenamiento ve alterada su estructura (Nishimura *et al.*, 1998; Soria *et al.*, 2004).

El tiempo de maduración necesario para obtener carnes de calidad va a depender tanto de factores intrínsecos al animal (especie, raza, sexo, edad... (Monsón *et al.*, 2004) como de factores ajenos a él (temperatura, condiciones de almacenamiento (Van Moeseke *et al.*, 2001)). No existe un consenso entre los autores a la hora de cuantificar dicho periodo. La mayoría de los investigadores afirman que para mejorar la palatabilidad y aceptabilidad general de la carne de vacuno se necesitan, al menos, entre 7-14 días (Beriain *et al.*, 1997; Roncalés, 2001), sin embargo, otros como Brewer y Novakofski (2008) consideran que la mayor parte de la mejora de la terneza se produce durante los primeros 7 días de maduración. Varios estudios (Monsón *et al.*, 2004, 2005) apuntan que al alargar los periodos de maduración se consigue reducir las diferencias de terneza tanto entre los músculos de un mismo animal como entre individuos diferentes, lo que permite ofrecer al consumidor un producto más homogéneo.

La maduración de la carne no influye, únicamente, en su terneza, sino que cobra gran importancia a la hora de mejorar su palatabilidad y flavor. Durante la maduración, debido a la degradación de proteínas y grasas, se generan compuestos que contribuyen positivamente al aroma de la carne (Touraille *et al.*, 1985). A la par que esta mejora del flavor se produce un ligero incremento de la CRA que va a desembocar en carnes más jugosas, con un mayor atractivo para el consumidor (Smith *et al.*, 1978; Beriain *et al.*, 1997). Sin embargo, no es recomendable alargar la maduración durante un tiempo excesivo, ya que largos periodos de maduración pueden dar lugar a sabores extraños como, “rancio” o “agrio” (Spanier *et al.*, 1997; Zamorano *et al.*, 2002).

2.2.3. Composición química de la carne

La composición química de la carne puede variar debido a multitud de factores, entre los que destacan la especie animal y el corte (pieza o músculo concreto). Además, dentro de cada especie la composición química tampoco es homogénea, ya que se ve influida por las características intrínsecas del animal, como la raza o la edad, y por factores externos, como la alimentación (Rodríguez, 2008). Los distintos componentes químicos que forman parte de la carne son:

- **Proteínas**

Las proteínas son el componente seco mayoritario del músculo, alcanzando aproximadamente el 80 % de la materia seca total. El tejido muscular presenta 3 tipos de proteínas dependiendo de su localización y su función:

- *Proteínas miofibrilares*

Representan alrededor del 50-55 % de la proteína muscular. Desempeñan varias funciones en la fisiología muscular, siendo las más importantes la función contráctil y las funciones reguladoras. Las principales proteínas de este grupo son la actina y la miosina, responsables de la contracción muscular (Rodríguez, 2008).

- *Proteínas sarcoplásmicas*

Suponen en torno al 30-35 % de las proteínas del músculo y desempeñan papeles esenciales en los procesos metabólicos, ya sea como enzimas, pigmentos o formando parte de orgánulos celulares. Una de las proteínas más importantes de este grupo es la mioglobina, que además de almacenar y transportar oxígeno en el músculo *in vivo* es la responsable del color de la carne (Bello, 2010).

- *Proteínas no cárnicas asociadas a la carne*

Este grupo engloba a las proteínas insolubles que integran el estroma o tejido conectivo, como son el colágeno, la elastina y la reticulina. Estas dos últimas se caracterizan por su elasticidad y ramificación, al contrario que el colágeno, que es inextensible y no ramificado. El colágeno es la proteína más abundante del tejido conectivo de la carne y es en parte responsable de su textura, ya que se cree que contribuye a la dureza residual de la misma (Bailey, 1985).

- **Lípidos**

Los lípidos presentes en la carne incluyen varios tipos de grasa en función del lugar donde esta se acumula. Los más importantes son la grasa subcutánea o de cobertura, que puede separarse del resto de la carne, la grasa intermuscular, que aísla los distintos paquetes musculares, y la grasa intramuscular, que se deposita en el interior de los músculos (Bello, 2010; Brewer, 2012).

El sabor característico de la carne de las distintas especies está fuertemente determinado por los compuestos volátiles derivados de esta fracción lipídica (Hankey *et al.*, 1988; Mottram, 1998), siendo la grasa intramuscular la mayor fuente de este tipo de compuestos (Guth *et al.*, 1993; 1995).

- **Hidratos de carbono**

Constituyen el 1-2 % de la masa muscular del animal vivo, siendo el glucógeno el carbohidrato más abundante. No obstante, tras el sacrificio, la mayor parte de este glucógeno es utilizado para obtener energía, formándose ácido láctico en el proceso (Bello, 2010).

- **Elementos minerales**

En comparación con otros alimentos, la carne es una fuente importante de multitud de componentes minerales, a excepción del calcio. Sobre todo es rica en fósforo, yodo, manganeso, zinc y selenio. Además, presenta el aliciente de suministrar hierro en forma orgánica (hemo), más fácilmente asimilable para el organismo.

- **Vitaminas**

En los productos cárnicos es notable la presencia de vitaminas del grupo B, en cambio, su contenido en ácido fólico no es tan elevado y resulta deficiente desde el punto de vista nutricional (Bello, 2010).

- **Agua**

El agua es uno de los elementos más importantes en la composición química de la carne, ya que constituye entre el 60 y el 80 % de su peso. La mayor parte del agua de la carne (95 %) se encuentra en estado de agua libre, sin embargo, la carne es capaz de retener total o parcialmente el agua que posee, es lo que se conoce como capacidad de retención de agua (CRA).

La CRA se define como la habilidad de la carne para retener su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas externas como gravedad, corte, calentamiento, picado o presión (Zhang *et al.*, 2005). Esta propiedad de la carne es de vital importancia en muchos aspectos (Arana *et al.*, 2012):

- Es responsable, junto con la grasa, de la jugosidad, siendo conveniente una CRA de 12-14 % para obtener una jugosidad óptima.
- Desde el punto de vista nutritivo una carne con una baja capacidad de retención perderá agua, y con ella todos aquellos componentes hidrosolubles como proteínas, vitaminas...
- Una CRA baja puede suponer una pérdida económica, al reducirse el peso de la carne.
- También tiene importancia tecnológica, ya que la CRA influye considerablemente en el procesado de la carne. Una carne con baja capacidad de retención de agua no es adecuada para el curado y por el contrario, un exceso de agua puede provocar la proliferación de microorganismos.

2.3.CALIDAD DE LA CARNE

El concepto de calidad de la carne puede variar en función, tanto del país en el que se compra, como del momento de consumo, ya que está influido por factores geográficos y sociales, modas, campañas publicitarias... Sin embargo, el objetivo genérico de la calidad siempre es el mismo: la satisfacción del cliente y del consumidor cubriendo sus necesidades y exigencias (Beriaín *et al.*, 1997).

Evaluar la calidad de la carne entraña cierta dificultad, ya que los parámetros que se consideran importantes (color, textura, jugosidad, flavor...) se encuentran estrechamente vinculados a la subjetividad humana (Beriaín *et al.*, 1997). Por tanto, es importante diferenciar la calidad objetiva, aquella que puede ser evaluada de forma analítica, de la calidad organoléptica, que está íntimamente relacionada con la percepción individual del consumidor.

2.3.1. Calidad objetiva

2.3.1.1. Color

El color adquiere un papel relevante la hora de evaluar la calidad de la carne, ya que el aspecto físico del producto es determinante para el consumidor en el momento de realizar su compra (MacKinney *et al.*, 1966; Page, 2001). Mientras que la carne de color rojo brillante es altamente aceptada por los consumidores, aquella que presenta un color rojizo apagado o pardo carece de atractivo, ya que ha perdido su apariencia fresca (Beriaín *et al.*, 1997). Los principales factores que afectan al color de la carne son el contenido de mioglobina, su estado químico y el pH final de la carne (Hernández *et al.*, 2006; Beriaín *et al.*, 1997).

La concentración de mioglobina en la carne depende de varios factores como la especie, la raza, la edad, el músculo del que se trate o el tipo de alimentación. Además, este pigmento tiene la capacidad de existir en la superficie de la carne en tres estados diferentes, gracias a que presenta en su estructura una parte proteica (la globina) y un grupo hemo. En función del estado de oxidación de este complejo hemínico se pueden diferenciar tres formas de mioglobina y por tanto, tres tonalidades distintas (Hernández, 2006) (Figura 21):

- En ausencia de oxígeno, la mioglobina se encuentra reducida y se denomina deoximioglobina (Mb). Su coloración es rojo-púrpura.
- En contacto con el aire, la molécula se oxigena y se transforma en oximioglobina (MbO₂). La oximioglobina aporta al músculo una coloración roja brillante que hace el producto más atractivo para el consumidor.
- Por último, tanto la deoximioglobina como la oximioglobina, pueden oxidarse y convertirse en metamioglobina (MMb). Esta es la forma menos deseable, ya que los consumidores asocian el color parduzco que confiere a la carne con la pérdida de calidad.

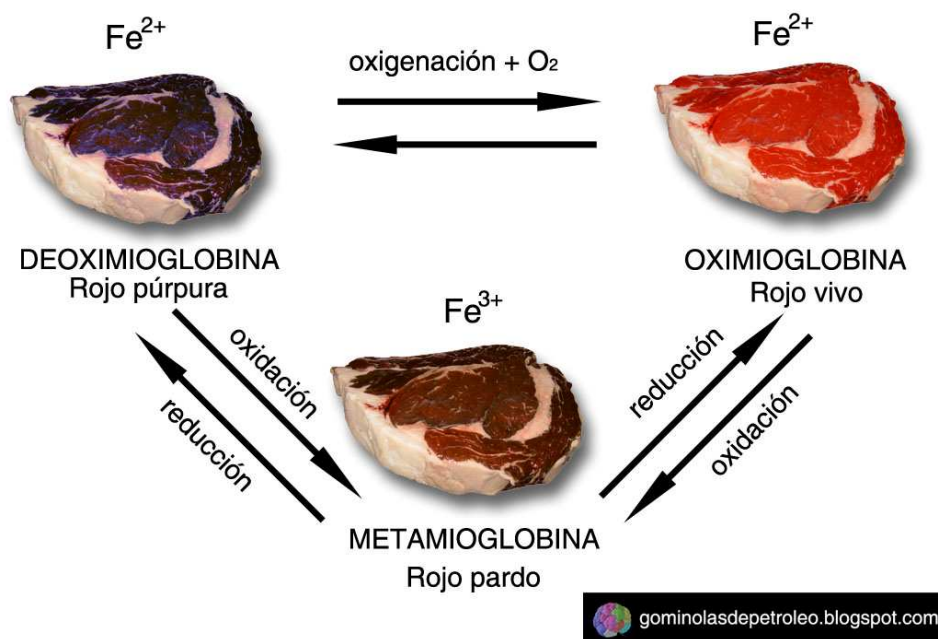


Figura 21. Estado químico de la mioglobina.

(<http://www.gominolasdepetroleo.com/2011/09/sobre-el-color-de-la-carne-i.html>)

El sistema de medida del color más utilizado es el CIELAB (CIE, 1986), que emplea las coordenadas tricromáticas, L* (luminosidad), a* (índice rojo) y b* (índice de amarillo), de forma que a partir de las mismas es posible obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono. Muchos autores afirman que existe una correlación positiva entre la coordenada a* y la aceptabilidad de la carne por parte del consumidor (Strange *et al.*, 1974; Renerre *et al.*, 1985; Johansson, 1989; Chan *et al.*, 1995, 1996). El descenso del índice rojo (a*) es debido a la oxidación de la mioglobina (Hernández *et al.*, 1999) y hace que el color de esa carne deje de ser atractivo para el comprador (Moore *et al.*, 1991).

La carne de toro de Lidia presenta una coloración más oscura que la carne de otras razas de vacuno (Hernández *et al.*, 1999). Este elevado contenido de mioglobina se debe principalmente al sistema de producción, ya que los animales criados en sistemas extensivos presentan mayor actividad muscular y su alimentación, rica en forraje, aporta coloraciones oscuras a la carne (Beriaín *et al.*, 1997). Además, con la misma cantidad de mioglobina, la carne es más oscura cuanto mayor es el pH de la misma y, en el caso del ganado bravo, las condiciones de estrés durante la lidia favorecen el incremento del pH final de la carne (Seideman *et al.*, 1984).

2.3.1.2. Textura

La textura es una propiedad de los alimentos resultado de sus características mecánicas y geométricas, derivadas del tamaño y de la forma de las partículas, así como de características lubricantes relacionadas con la cantidad de humedad y de grasa del producto y el modo en que cada una de ellas se detecta en la masticación (Beriaín *et al.*, 1997).

La terniza es la propiedad textural más importante de la carne y se erige como uno de atributos de calidad relevantes para el consumidor a la hora de evaluar su satisfacción con la carne de vacuno (Boleman *et al.*, 1997; Love, 1994; Savell *et al.*, 1987, 1989). Se define como la dificultad o la facilidad con la que ésta puede ser cortada o masticada y depende de numerosos factores. De entre ellos, cabe destacar las características y estructura del colágeno y de las miofibrillas, así como el contenido en humedad y en grasa del músculo y las enzimas presentes en él (Beriaín *et al.*, 1997).

Otro componente fundamental de la textura es la jugosidad, ya que existe una importante relación entre ésta y la terniza (Cover *et al.*, 1957; Weir, 1960), percibiéndose más tierna una pieza jugosa que otra similar, con la misma textura pero con menos jugo. La jugosidad puede dividirse en dos percepciones: la impresión de humedad durante el inicio de la masticación, producida por la rápida liberación de jugo, y la jugosidad continuada debida a la lenta liberación del mismo y al efecto estimulador de la grasa en la secreción de saliva (Lawrie, 1966). Por tanto, el contenido lipídico del músculo es un factor esencial en la jugosidad y así lo corroboran los estudios de Weber *et al.* (1932), Forrest (1962), Paul *et al.* (1964), Smith *et al.* (1964), Oldfield *et al.* (1966) y Smith *et al.* (1970), que demuestran la existencia de una correlación positiva entre la jugosidad y el nivel de engrasamiento para los diferentes cortes de la canal.

Medida instrumental de la textura

Entre los métodos instrumentales utilizados a la hora de medir la dureza de la carne se pueden encontrar medidas de corte, compresión, tensión o penetración aplicadas tanto de forma paralela como perpendicular a la dirección de las fibras musculares, que permiten estudiar el comportamiento mecánico de las fibras y de la red de colágeno (Beriaín *et al.*, 1997).

Las técnicas instrumentales de estimación de la dureza más utilizadas son la resistencia al corte y las técnicas de compresión y para llevarlas a cabo es imprescindible disponer de un texturómetro, un aparato asociado a un ordenador, que consta de una plataforma donde se deposita la muestra y de un brazo móvil al que se adaptan diversas sondas. A continuación, se describen las principales sondas utilizadas:

- Resistencia al corte (Warner-Bratzler):

La célula de cizallamiento Warner-Bratzler (WB) es el dispositivo estándar recomendado por la *American Meat Science Association* para la medición de la terniza de la carne (Lu *et al.*, 2004).

Esta sonda (Figura 22) consiste en una hoja de metal con una abertura triangular que encaja en una base ranurada del mismo material (Bratzler, 1949; Voisey, 1976) y está diseñada para estimar la dureza de muestras de carne cocinada. Como la cuchilla se mueve a través de la ranura, la muestra se comprime hasta que, finalmente, es cortada en dos piezas. La fuerza máxima registrada durante el cizallamiento se considera que es una medida de terniza de la carne (Lu *et al.*, 2004).

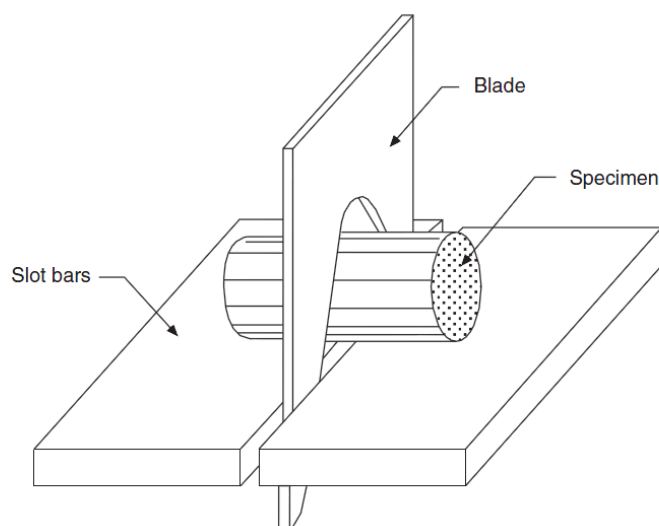


Figura 22. Esquema de la sonda de corte Warner-Bratzler. (Lu *et al.*, 2004)

Este tipo de ensayo proporciona unas gráficas fuerza-distancia (kg-cm) (Figura 23), en las que el valor de fuerza máxima o dureza corresponde con el máximo de la curva.

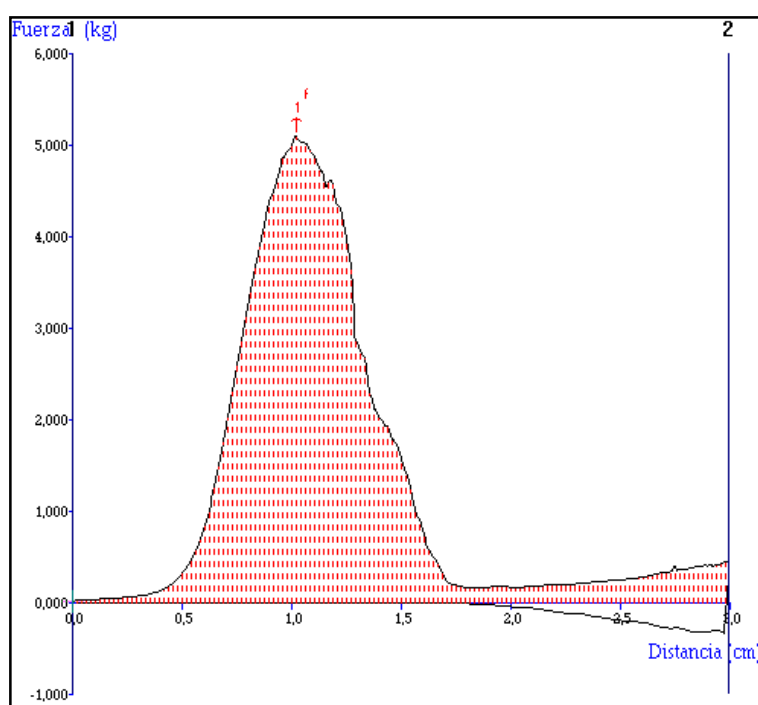


Figura 23. Variación de la fuerza de corte Warner Bratzler en una muestra de toro de Lidia.

La carne puede ser catalogada según esta fuerza de corte, aunque existen varias clasificaciones distintas, al no haber consenso entre los distintos autores (Tabla 1).

Clasificación de Warner Bratzler	Valor (kg)
Dura	> 9
Terneza intermedia	6 – 9
Ligeramente tierna	< 6

Clasificación de Schakelford <i>et al.</i> , 1997; Tatum <i>et al.</i> , 1996; Huerta-Leindenz <i>et al.</i> , 1998	Valor (kg)
Extremadamente dura	> 5,44
Dura	3,63 – 5,44
Medianamente tierna	2,27 – 3,63
Tierna	< 2,27

Tabla 1. Clasificación de la carne en función de la fuerza de corte.

- Compresión

La textura de la carne fresca se analiza mediante el uso de un dispositivo de compresión modificado que fue diseñado por Lepetit y Salé (1985). Esta célula (Figura 24) se caracteriza por limitar la elongación de la muestra a una sola dirección, eliminando la elongación transversal.

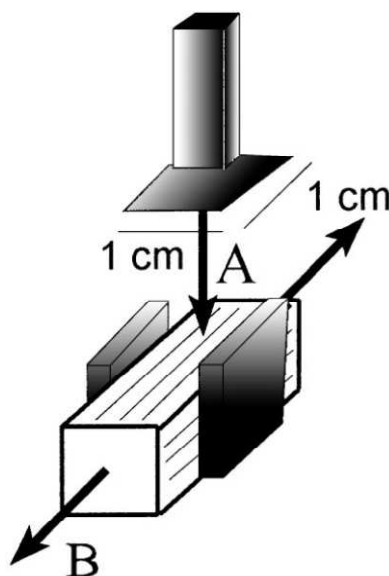


Figura 24. Esquema de la sonda de compresión Lepetit. (Campo *et al.*, 2000)

A: Dirección de la fuerza aplicada. B: Deformación de la muestra.

Las variables que se estudian con esta célula de compresión son las siguientes (Figura 25):

- *Fuerza 1 o fuerza al 20 % de compresión (kg)*: fuerza realizada por unidad de superficie de contacto de la muestra (en el presente estudio se trata de 1 cm²) cuando se ha realizado el 20 % de la compresión. Está relacionada con la resistencia del componente miofibrilar de la carne.
- *Fuerza 2 o fuerza al 40 % de compresión (kg)*: fuerza realizada por unidad de superficie de contacto de la muestra cuando se ha realizado el 40 % de la compresión.

- *Fuerza 3 o fuerza al 60 % de compresión (kg)*: fuerza realizada por unidad de superficie de contacto de la muestra cuando se ha realizado el 60 % de la compresión.
- *Fuerza 4 o fuerza al 80 % de compresión (kg)*: fuerza realizada por unidad de superficie de contacto de la muestra cuando se ha realizado el 80 % de la compresión. Está relacionada con la resistencia ejercida por el colágeno de la carne.
- *Fuerza 5 o fuerza al 100 % de la compresión (kg)*: máxima carga realizada por unidad de superficie de contacto de la muestra.
- *Área 1-2: área al 20 % (kg x cm)*: área bajo la curva entre el punto inicial y el 20 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo realizado en ese recorrido.
- *Área 2-3: área al 20 % - 40 % (kg x cm)*: área bajo la curva entre el 20 % y 40 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo realizado en ese recorrido.
- *Área 3-4: área al 40 % - 60 % (kg x cm)*: área bajo la curva entre el 40 % y 60 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo realizado en ese recorrido.
- *Área 4-5: área al 60 % - 80 % (kg x cm)*: área bajo la curva entre el 60 % y 80 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo realizado en ese recorrido.
- *Área 5-6: área al 80 % - 100 % (kg x cm)*: área bajo la curva entre el 80 % y 100 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo realizado en ese recorrido.
- *Área 1-6: área total (kg x cm)*: área bajo la curva entre el punto inicial y el 100 % de la distancia total y se corresponde con el trabajo total realizado.
- *Fuerza máxima (kg)*: valor de la fuerza al 100% de la compresión, por lo tanto el de la fuerza 5.

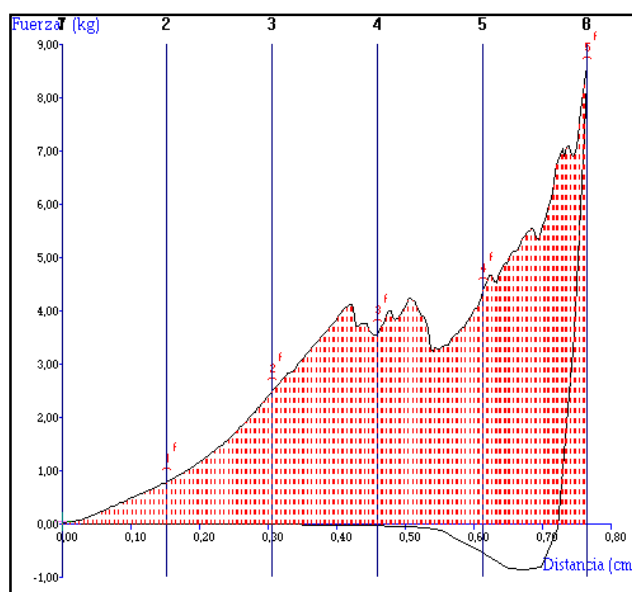


Figura 25. Variación de la fuerza de compresión LePetit en una muestra de toro de Lidia.

2.3.1.3. Flavor

El flavor de un alimento abarca el conjunto de impresiones olfativas y gustativas que se presentan durante su consumo. El flavor básico a carne tiene su origen en los componentes hidrosolubles del músculo (azúcares, aminoácidos, nucleótidos...) y es común a todas las especies. Sin embargo, los lípidos contribuyen al flavor específico gracias a su composición, sirviendo como reservorio de sustancias liposolubles olorosas o reactivas, que son características de las diferentes especies animales (Hornstein *et al.*, 1960; 1963; Wasserman *et al.*, 1968; 1972; Moody, 1983; Smith *et al.*, 1983; Cramer, 1983; Crouse, 1983; Hankey *et al.*, 1988; Mottram, 1998).

Si bien la carne cruda presenta sabor a sangre y es muy poco aromática, es un rico reservorio de precursores que durante el cocinado originan un gran número de compuestos volátiles, imprescindibles para el desarrollo del flavor y del aroma de la carne en el momento de consumo. La composición en ácidos grasos de la grasa es muy importante para el desarrollo del flavor característico de la carne de vacuno. Esto es así debido a que los ácidos grasos insaturados son más susceptibles de sufrir procesos de oxidación y, por tanto, de originar compuestos volátiles que mejoren el aroma de la carne (Beriaín *et al.*, 1997).

La intensidad del flavor de la carne va a estar determinada por todos aquellos factores que modifiquen la fracción grasa del animal. Por este motivo, la intensidad del flavor de la carne de los animales viejos, con mayores depósitos de grasa, es superior que la de los jóvenes. Por ello, el sabor de la carne de ternera es más suave que el de la carne de vacuno mayor (Price *et al.*, 1994).

Por otro lado, la dieta va a tener una gran influencia sobre el flavor debido a su efecto sobre la composición en ácidos grasos de la carne. Numerosos estudios han demostrado que una dieta a base de concentrados genera una mayor calidad sensorial del producto (Schroeder *et al.*, 1980; Medeiros *et al.*, 1987). Sin embargo, también se ha comprobado que la inclusión de forrajes en la dieta de los rumiantes favorece la producción de determinados compuestos con actividad antioxidante, como la vitamina E, que mejoran la estabilidad oxidativa del producto y reducen los efectos negativos de la oxidación en el color y el flavor (Descalzo *et al.*, 2005; 2007; Campo *et al.*, 2006; Warren *et al.*, 2008; Oliván *et al.*, 2009).

2.3.2. Calidad organoléptica: análisis sensorial

2.3.2.1. Introducción al análisis sensorial

El análisis sensorial es la herramienta utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído. A la hora de evaluar la calidad sensorial de un alimento, o lo que es lo mismo, el resultado de las sensaciones que experimentan los consumidores, es necesario acudir a ellos, ya que la calidad sensorial es la consecuencia de una interacción entre el alimento y el hombre. Si bien el análisis de la composición química y de las propiedades físicas de un alimento proporciona información sobre el estímulo que percibe el consumidor, éste no es capaz de describir la sensación que experimenta (Beriaín *et al.*, 1997).

La evaluación sensorial se realiza con fines muy precisos, como valorar el nivel de satisfacción de los consumidores ante un determinado producto alimenticio, verificar la similitud o la diferencia entre dos alimentos y medir, del mismo modo que un instrumento, la intensidad de los atributos de los alimentos (Stone *et al.*, 1993). Esta evaluación puede ser realizada por personas que están sometidas a numerosos estímulos, que pueden interferir en su valoración. Por tanto, es necesario considerar y controlar diversos aspectos en el desarrollo de las pruebas o catas para que los resultados de las mismas puedan considerarse válidos (Onega, 2003):

- Sala de catas

Independientemente del catador que realice la prueba, las condiciones externas que lo rodean (iluminación, olores, ruidos...) influyen en gran medida en los resultados obtenidos. Por ello, es necesario estandarizar al máximo todas estas variables ambientales para que puedan repetirse en las sucesivas pruebas y los resultados sean lo más objetivos posible (Anzaldúa-Morales, 1994; Miller, 1994).

Existen normativas tanto internacionales como nacionales que fijan las condiciones mínimas que deben reunir los locales donde se realiza el análisis sensorial. Además, es fácil encontrar multitud de manuales (Jellinek, 1985; Meilgaard *et al.*, 1999; Fortín *et al.*, 2001) con recomendaciones para llevar a cabo una cata.

Según la norma UNE 87-004-79 estos locales deberán disponer de dos estancias independientes: un área para la preparación de muestras o cocina, que debe contar con todos los utensilios necesarios: menaje, estufa, plancha, fregadero..., y una sala de catas compuesta por una serie de cabinas individuales que aislen a los catadores durante la evaluación. En general, ambas estancias deben ser de fácil limpieza y estar aisladas de fuentes de ruido y olores y con unas condiciones de temperatura y humedad agradables (Onega, 2003).

- Horario de las pruebas

Las evaluaciones sensoriales no deben realizarse en horas muy cercanas a las de las comidas, ya que si los catadores acaban de comer, no se sentirán dispuestos a ingerir alimentos, pudiendo asignar calificaciones demasiado bajas (en caso de pruebas afectivas) o alterar sus apreciaciones de los atributos sensoriales. De igual modo, si falta poco tiempo para la hora de la comida o la cena, el juez tendrá hambre y será más generoso en sus valoraciones. Se recomiendan como horarios adecuados aquellos entre las 11:00 y las 12:00, así como entre las 17:00 y las 18:00, aunque es preferible el horario de mañana al de la tarde (Anzaldúa-Morales *et al.*, 1983).

- Muestras a evaluar

Se han realizado varias investigaciones que demuestran la importancia del número y tamaño de las muestras durante el desarrollo de una sesión de análisis sensorial (Carlin *et al.*, 1978; Cross *et al.*, 1978, Cardello, 1988). Por

tanto, es interesante conocer unas pautas a la hora de llevar a cabo una cata alimentaria.

El número de muestras por sesión no debe ser elevado (generalmente igual o inferior a cinco) para no fatigar a los catadores. Cuanto mayor sea el grado de entrenamiento de un panel de cata el número de muestras que pueda analizar en cada sesión aumentará. El orden de presentación de las muestras debe ser aleatorio y la codificación de las mismas debe elegirse cuidadosamente, para evitar inducir una clasificación previa en la mente del catador (Cross *et al.*, 1986; Anzaldúa-Morales, 1994).

La presentación de las muestras difiere en función del tipo de panel que vaya a realizar el análisis (Cross *et al.*, 1978; Bett, 1993; St. Angelo *et al.*, 1994). Si éste es llevado a cabo por un panel entrenado, la muestra a analizar se servirá sin ningún tipo de aditivo. Sin embargo, a los paneles de consumidores se les sirve el alimento del modo habitual en el que éste es consumido. La temperatura de las muestras debe ser constante y la misma para todos los jueces (Cross *et al.*, 1979). Cuando el alimento es cocinado y ha de consumirse caliente, éste debe mantenerse a dicha temperatura hasta el momento de servirse (Hootman, 1992).

2.3.2.2. Tipos de catadores

La evaluación sensorial se puede dividir en dos categorías: evaluación sensorial objetiva y evaluación sensorial subjetiva. En la evaluación objetiva los atributos sensoriales del alimento son valorados por un panel entrenado, mientras que en la subjetiva es el consumidor el que da su opinión acerca de las características del producto (Kemp *et al.*, 2009).

Un panel entrenado es aquel cuyos miembros han recibido una enseñanza teórica y práctica en el ámbito de la evaluación sensorial. Presentan cierta habilidad a la hora de detectar y valorar las propiedades sensoriales de un producto, saben exactamente lo que deben medir y realizan pruebas sensoriales con cierta periodicidad (Larmond, 1977). Sin embargo, el juez consumidor, que es elegido al azar, no tiene por qué estar familiarizado con la metodología del análisis sensorial, si no que, únicamente, debe ser consumidor habitual del producto que se desea evaluar.

2.3.2.3. Pruebas sensoriales

Según Costell y Durán (1981) las pruebas sensoriales pueden clasificarse en tres categorías: pruebas discriminantes, pruebas descriptivas y pruebas de preferencia-aceptación.

- Pruebas discriminantes

El objetivo de este tipo de pruebas es detectar si existen diferencias entre los productos evaluados y, en algunos casos, la magnitud de esas diferencias. Existen varias clases de pruebas discriminantes, que aunque presentan pequeñas variaciones en su metodología, son de sensibilidad similar (Stone *et al.*, 1993).

- **Pruebas A-no A (UNE 87016, 1986; ISO 8588, 1987)**
En esta prueba, el catador evalúa una muestra (muestra de referencia) que le es retirada una vez terminada la degustación. A continuación, se le entrega una nueva muestra y debe decidir si ésta difiere o no de la anterior.
- **Comparación pareada (UNE 87005, 1992; ISO 5495, 2005)**
Se presenta a los catadores dos muestras para que las comparen respecto de un determinado atributo sensorial e indiquen en cuál de ellas es más intenso (Larmond, 1973). Es una prueba muy sencilla donde no existe riesgo de fatiga sensorial (Kramer *et al.*, 1972), sin embargo, la probabilidad de dar una respuesta acertada debido al azar es muy elevada, del 50%.
- **Prueba triangular (UNE 87006, 1992; ISO 4120, 1983)**
La prueba triangular es la prueba discriminante más utilizada. Consiste en presentar al catador tres muestras codificadas, de las cuales dos son iguales y la tercera es diferente. El juez debe identificar cual es la muestra distinta; en este caso, la probabilidad de acertar al azar es de un 33 %.
- **Prueba dúo-trío (UNE 87010, 1993; ISO 10399, 2004)**
En esta prueba el catador dispone de tres muestras, siendo una de ellas la muestra de referencia. Su misión es detectar cual de las otras dos muestras es igual a esa muestra control. Es una prueba similar a la triangular pero su eficiencia es menor, ya que la probabilidad de acertar al azar es de un 50% (Peryam *et al.*, 1950).
- **Pruebas descriptivas**

Su objetivo es identificar y cuantificar la “composición” sensorial de los productos, teniendo en cuenta las sensaciones percibidas durante su evaluación: visuales, olfativas, sápidas... (Piggott *et al.*, 1998). En este caso, no interesan las preferencias de los jueces, sino cuál es la intensidad de los atributos sensoriales del alimento (Cross *et al.*, 1986).

El análisis descriptivo implica una metodología más sofisticada que la necesaria para aplicar técnicas discriminantes o de preferencia, por lo que los catadores que realizan este tipo de pruebas deben recibir una formación que consta de las siguientes etapas: preselección, selección, entrenamiento y evaluación (Cross *et al.*, 1978).

- **Preselección**
En esta fase inicial se realizarán entrevistas individuales y cuestionarios a los potenciales catadores para conocer su interés y disponibilidad (Meilgaard *et al.*, 1999; Rutledge *et al.*, 1990). En función de los resultados de estas reuniones se realizará una primera criba entre los candidatos.
- **Selección**
La selección se basa en determinar las distintas capacidades sensoriales de los sujetos. Debe realizarse partiendo de un número de candidatos

de 2 ó 3 veces mayor al requerido para formar el panel (Costell *et al.*, 1981; Melton *et al.*, 1987; Muñoz *et al.*, 1992).

En esta etapa, las pruebas discriminantes son muy efectivas, y frecuentemente se ha utilizado el análisis secuencial triangular con el que, mediante una serie de pruebas triangulares, se determina la capacidad discriminatoria de los candidatos (Cross *et al.*, 1978; Costell *et al.*, 1981).

- **Entrenamiento**

Las sesiones de entrenamiento tienen como objetivo familiarizar a los catadores con la metodología sensorial, incrementar su capacidad para identificar y cuantificar los atributos sensoriales, así como mejorar la memoria sensorial para obtener juicios precisos y consistentes (Cross *et al.*, 1978). Para ello, cada uno de los jueces deberá comprender de manera precisa todos los atributos sensoriales que va a evaluar, lo que permitirá conseguir una evaluación sensorial lo más homogénea y uniforme posible.

En estas sesiones se reunirán todos los miembros del panel y decidirán qué atributos sensoriales van a evaluar y la metodología de degustación de la muestra para mejorar su percepción. Además, establecerán entre todos unos criterios de intensidad para cada atributo. Para facilitar esta tarea utilizarán muestras de otros alimentos que les servirán de estándares de referencia, que previamente habrán prefijado, y que siempre estarán disponibles en cada sesión de entrenamiento. La duración de la selección y del entrenamiento del panel dependerá de la experiencia de los catadores. No obstante, el entrenamiento de un panel nunca debe darse por definitivo y deberán realizarse, periódicamente, sesiones de recuerdo para garantizar que sus juicios siguen siendo correctos.

- **Evaluación**

Tras el entrenamiento es conveniente realizar una evaluación, tanto al panel completo como a los catadores a nivel individual, para conocer sus capacidades de consistencia y discriminación, y determinar si serán necesarias sesiones adicionales de entrenamiento. Este análisis permite dedicar las sesiones posteriores a repasar aquellos atributos que no han sido comprendidos correctamente por los catadores y de esta forma perfeccionar el panel.

- **Pruebas preferencia–aceptación**

Estas pruebas, comúnmente denominadas estudios de consumidores, tienen como objetivo conocer la opinión personal y subjetiva de los jueces sobre un determinado producto. Cada catador debe indicar si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza o si lo prefiere a otro producto (Larmond, 1977), siendo el único requisito necesario para formar parte de uno de estos paneles ser consumidor habitual del producto que se va a evaluar. Dentro de estas pruebas se distinguen tres tipos de ensayos: las pruebas de preferencia, las

pruebas de grado de satisfacción y las pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 1994).

- **Pruebas de preferencia**

En este tipo de pruebas se les presenta a los consumidores dos o más muestras y deben indicar cuál de ellas prefieren (Drake, 2007). En el caso de tener que evaluar más de dos muestras los jueces deberán ordenarlas según su preferencia (de mayor a menor).

- **Pruebas de grado de satisfacción**

Se recurre a este tipo de pruebas cuando se quiere obtener más información acerca de un producto que aquella que proporciona la prueba anterior. Para ello, se utilizan escalas hedónicas que serán los instrumentos utilizados para medir las sensaciones producidas por el alimento en el juez, ya sean placenteras o desagradables (Anzaldúa-Morales *et al.*, 1983).

- **Pruebas de aceptación**

El deseo de una persona de adquirir un producto se denomina aceptación, y no sólo depende de la impresión agradable o desagradable que reciba el individuo al probar el alimento, sino también de aspectos culturales, socioeconómicos... (Onega, 2003). En esta prueba se pregunta directamente al panelista si estaría dispuesto comprar ese producto y, por ende, su gusto o disgusto frente al producto catado.

2.3.2.4. Escalas sensoriales

La escala es el instrumento utilizado para medir las respuestas sensoriales y es, por lo tanto, una parte fundamental dentro del análisis sensorial (Meilgaard *et al.*, 1999). De la correcta elección de la escala de medida puede depender el éxito de una evaluación sensorial. En general, está aceptado que los términos que acompañan las escalas deben ser fáciles de entender y no producir ambigüedad en el catador (Stone *et al.*, 1993). Algunas de las escalas sensoriales más comunes son:

- Escalas nominales

En este tipo de escalas los números sirven únicamente para codificar o clasificar las respuestas obtenidas a una cuestión planteada, es decir, a cada una de las posibles respuestas se le asocia un número diferente. El uso de estas escalas nominales es muy frecuente en estudios demográficos que buscan información sobre la edad, renta y hábitos de consumo de la población. Se caracterizan por su facilidad de uso y porque con un análisis sencillo proporcionan resultados rápidos (Stone *et al.*, 1993).

- Escalas ordinales

Estas escalas usan números o palabras organizadas de “alto” a “bajo” o de “más” a “menos”..., con respecto a algún atributo de un conjunto de productos. Este tipo de escalas permiten hacer una ordenación o *ranking* de las muestras analizadas respecto de la característica estudiada, sin embargo,

su principal inconveniente es que no cuantifican la magnitud de la diferencia entre los productos.

Una alternativa a estas pruebas de ordenación son las escalas de puntuación, que se dividen en un número concreto de categorías, siendo lo más habitual entre 5 y 10 (Figura 26). Presentan como ventaja respecto a las anteriores que son capaces de determinar la magnitud de la diferencia entre productos.

Muy bajo	Bajo	Intermedio	Alto	Muy alto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 26. Escala sensorial de puntuación (Elaboración propia).

- **Escalas de intervalo**

En estas escalas se asume que la distancia entre los distintos puntos es exactamente la misma en todos ellos. Las escalas de intervalo con un uso más extendido son la escala hedónica de 9 puntos y la escala gráfica lineal. La escala gráfica lineal es una línea continua sin números, únicamente marcada por términos que señalan los extremos de intensidad (Figura 27). Los catadores indican con una marca sobre la línea la intensidad percibida, siendo la distancia desde el extremo izquierdo hasta dicha marca, medida en milímetros, un valor numérico que puede analizarse estadísticamente. Los panelistas han tenido que ser entrenados previamente en la identificación del atributo y su cuantificación sobre la escala, mediante el uso de muestras de referencia que representan los extremos, para poder utilizarla de forma correcta. Esta escala ha resultado de gran utilidad en el análisis sensorial descriptivo (Stone *et al.*, 1974).

Débil		Intenso
+	_____	+

Figura 27. Escala sensorial de intervalo (Elaboración propia).

- **Escalas de relación**

El catador asigna un valor numérico al estímulo que ha percibido en una muestra en relación al percibido en una muestra de referencia. La valoración de las muestras tiene que ser múltiplo de la de la muestra control ("2 veces menos... que la muestra de referencia", "cuatro veces más... que la muestra de referencia").

2.4.LA CARNE DE TORO DE LIDIA

Desde siempre, se viene utilizando como alimento la carne procedente de las reses lidiadas en las plazas de toros, sin embargo, es un producto del que apenas se conoce su calidad, composición química y seguridad alimentaria (Beriaín *et al.*, 2011). A continuación, se intentará arrojar algo de luz sobre las características de este tipo de carne que, tal y como recoge Sanz Egaña en su *Enciclopedia de la carne* (1967), van a depender de dos factores fundamentales: por un lado el sistema de producción y por otro los factores relativos a su muerte (De las Heras, 2012).

2.4.1. Producción de carne de toro de Lidia

La carne de reses de lidia puede tener las siguientes procedencias (Caballero de la Calle, 2002):

- Animales lidiados en plazas de toros: suponen aproximadamente el 35% de esta carne y son, fundamentalmente, machos de más de 36 meses de edad.
- Animales lidiados fuera de las plazas de toros: en lidias particulares, entrenamiento de profesionales o tientas. Suponen un 35% del total de las reses bravas destinadas a la producción de carne.
- Animales sin el estrés de la lidia: existen diversos tipos según sexo, edad o procedencia. Este grupo está formado, principalmente, por vacas de desecho, eralas de poca o nula calidad en la tienta y reses que deben ser sacrificadas por inutilizarse para la lidia (rotura de cuernos, cornadas...) (Purroy, 1996). Suponen el resto del total de la carne producida.

En lo que respecta a los animales lidiados, desde el momento en que salen de su medio natural, la dehesa, para ser transportados a la plaza y hasta que se produce su muerte en el ruedo, tienen que soportar una serie de cambios con un fuerte efecto estresante sobre su organismo. El estrés emocional y físico que sufre el animal durante la lidia, así como durante las operaciones previas de transporte, estancia en corrales y apartado, junto con el tipo de muerte y faenado postsacrificio van a incidir en las características organolépticas de la carne.

El estrés al que se ven sometidos los toros y el intenso ejercicio físico que realizan durante la lidia se traducen en el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular (De las Heras, 2012; Pozo, 1993; Beriaín *et al.*, 1999). Esto va a provocar un aumento del pH final de la carne al no producirse el suficiente ácido láctico y como consecuencia un incremento de la capacidad de retención de agua, que desemboca en carnes secas. Además, el *rigor mortis* se instaura pronto y los sarcómeros quedan muy contraídos, lo que aumenta la dureza de la carne (Pozo, 1993; Beriaín *et al.*, 1999; Purroy, 2002).

Por último, otro factor que va a condicionar la calidad de la carne son las múltiples heridas infligidas al animal durante la lidia y que, además de provocar un sangrado defectuoso, representan focos de contaminación de la canal (Pozo, 1993). Por tanto, después del sangrado, eviscerado y desollado, deben transportarse en vehículos frigoríficos sin romper la cadena del frío (Estévez, 2003).

2.4.2. Características de la carne de toro de Lidia

El sistema de producción en régimen extensivo, las características propias de la raza y el peso y la edad de sacrificio, junto con el fin último del toro bravo, la lidia, confieren a esta carne de vacuno unas características y una palatabilidad específicas diferentes a las del resto de razas bovinas (Beriaín *et al.*, 2011). La carne de toro de Lidia se caracteriza por presentar un intenso color rojo oscuro debido a su elevado pH final y a su alto contenido en mioglobina (Sanz, 1967; Caballero de la Calle, 2002; Estévez, 2003; Beriaín *et al.*, 2011). A continuación, se realizará una pequeña comparativa de la composición química de la carne de toro respecto a otras carnes de vacuno (Tabla 2):

ANIMAL	HUMEDAD (%)	PROTEÍNAS (%)	LÍPIDOS (%)	Fuente
<i>Toro de Lidia</i>	74,97	21,07	1,50	Beriaín <i>et al.</i> , 2011
<i>Tenera</i>	76,40	21,30	0,80	Heinz <i>et al.</i> , 2007
<i>Vacuno mayor</i>	75,00	22,30	1,80	Heinz <i>et al.</i> , 2007
<i>Bovino</i>	73,30	22,20	2,90	Paleari <i>et al.</i> , 2003
<i>Novillos</i>	72,34	20,43	3,38	Das Graças <i>et al.</i> , 2006
<i>Toros</i>	73,73	21,45	1,71	Das Graças <i>et al.</i> , 2006
<i>Toros</i>	75,67	22,39	1,03	Maher, 2004

Tabla 2. Composición química de distintas carnes de vacuno. (Elaboración propia).

En cuanto a la grasa intramuscular, muestra poco marmoreado y una relación PUFA/SFA equilibrada, que proporciona a este tipo de carne unas propiedades nutricionales altamente recomendables, por lo que puede satisfacer la demanda de los consumidores españoles (Beriaín *et al.*, 2011; Horcada, 2012).

El contenido de colágeno total es similar al que presentan terneros de un año de edad alimentados con concentrado. No obstante, el porcentaje de colágeno soluble es menor en la raza de lidia (Lizaso *et al.*, 1997; Beriaín *et al.*, 2011). Este bajo contenido de la fracción soluble sugiere que esta carne es más dura, ya que el colágeno no gelatiniza con la cocción y la carne no alcanza el nivel de terneza adecuado (Lizaso, 1998).

Una forma de mejorar la textura de la carne de reses bravas es alargar los periodos de maduración. Esto es así debido a que, al proceder de animales de 4 ó más años de edad y con la musculatura muy desarrollada, son necesarios tiempos de maduración más largos que en el caso de añejos sacrificados con 500 kg de peso vivo, en los que 7 días de maduración son suficientes (Lizaso, 1998; Verbeke *et al.*, 2004; Beriaín *et al.*, 2011; Horcada, 2012).

2.4.3. Comercialización de la carne de toro de Lidia

La comercialización de la carne del toro de Lidia, tiene como inconveniente que este animal no se cría para producir carne, lo que provoca que no tenga una adecuada estructura para este fin (Caballero de la Calle *et al.*, 2002), además, el consumo de este alimento es muy estacional, limitándose a épocas y zonas muy concretas, relacionadas

directamente con las fiestas populares y sus tradiciones gastronómicas (Purroy, 1996; Caballero de la Calle *et al.*, 2002; Beriain *et al.*, 2011).

La producción total de carne de ganado bravo en nuestro país supone entre 5.000 y 6.000 t/año de carne canal que procede de unas 25.000-30.000 reses/año (Purroy, 1996). Para hacer frente a este subproducto, al empresario se le presenta la opción de comercializar la carne ajustándose a la legislación vigente, el Real Decreto 260/2002 de 8 de marzo (BOE 15/3/2002). Esta normativa permite que la carne de toro de Lidia pueda comercializarse en fresco, como se hacía tradicionalmente, e incluso permite su venta en forma refrigerada y/o congelada, si realmente cumple la reglamentación. Se aprueba la venta al por menor de este producto, siempre que esté perfectamente identificado con la mención de “Carne de lidia” y se encuentre separado de las otras carnes y productos cárnicos. Sin embargo, se prohíbe su transformación en preparados cárnicos u otros productos de origen animal y su venta como carne picada (BOE 15/3/2002; Caballero de la Calle, 2002; Estévez, 2003).

Aunque a primera vista pueda parecer que para cualquier ganadero la comercialización es la mejor opción, pues le va a permitir obtener unos ingresos extra, esto no siempre ocurre así. La puesta a la venta de este tipo de mercancía implica una serie de gastos que son difíciles de compensar debido al bajo precio que alcanza esta carne en el mercado (1-1,5 €/kg). Entre ellos, cabe destacar a los carniceros que se ocupan del faenado en el desolladero y a los veterinarios, que además de cobrar una cantidad fija por festejo, reciben un pago en concepto de reconocimiento de la carne y elaboración de certificados si esta se comercializa. El transporte es la partida que más incrementa los costes totales, por lo tanto, que la comercialización sea rentable va a depender en gran medida de la distancia entre el lugar donde se haya llevado a cabo el festejo y la sala de tratamiento (Caballero de la Calle *et al.*, 2002).

La solución pasa por aumentar la demanda y mejorar el precio de una carne que, a pesar de las malas condiciones de sacrificio y de ser una carne fatigada, tiene un potencial sin aprovechar, que no es otro que las cualidades que le confieren sus condiciones de cría natural. Además, la producción de esta raza contribuye al desarrollo y mantenimiento del modelo de dehesa, respetando el medio ambiente y aportando riqueza al medio rural. Por tanto, una buena política de imagen y gestión de la carne de lidia, llevada a cabo por las diferentes asociaciones de ganaderos y empresarios, apoyados por las instituciones gubernamentales, permitiría la creación de una Marca de Calidad. Esta marca serviría para dar a conocer no solo las cualidades de la carne, sino también las condiciones de cría del toro bravo, favoreciéndose el incremento de la rentabilidad de este subproducto, lo que supondría un incentivo tanto social como económico para las explotaciones de ganado bravo (Purroy, 1996; Caballero de la Calle *et al.*, 2002; Beriain *et al.*, 2011).

OBJETIVOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

MATERIAL Y MÉTODOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. SACRIFICIO Y TOMA DE MUESTRAS

La carne analizada en el presente trabajo fue obtenida de toros de Lidia sacrificados a estoque en la feria de San Fermín de 2012. Durante los días 8, 9 y 14 de julio se muestrearon 9 toros pertenecientes a 3 ganaderías distintas (ganaderías A, B y C; 3 toros/ganadería).

En la siguiente tabla se adjuntan las características de la canal de todos los animales estudiados.

DÍA DE LIDIA	GANADERÍA	EDAD (días)	PV (kg)	PCF (kg)	RTO CANAL (%)
8-7-2012	Ganadería A	1.576	560	283,00	50,54
		1.636	640	307,50	48,05
		1.636	640	338,00	52,81
9-7-2012	Ganadería B	1.581	535	276,50	51,68
		1.691	535	268,00	50,09
		1.561	535	270,50	50,56
14-7-2012	Ganadería C	1.631	530	294,00	55,47
		2.070	540	282,00	52,22
		1.663	485	249,00	51,34

Tabla 3. Características de la canal de los toros de Lidia analizados. (Elaboración propia)

Las canales se procesaron en las instalaciones de la empresa “Matadero de Pamplona S.A.”, donde fueron colgadas del tendón de Aquiles y mantenidas a temperatura ambiente (18 °C) durante 4 horas. A continuación, las canales fueron refrigeradas durante 24 horas a 2 °C y un 98% de humedad relativa.

A las 24 horas post-mortem se realizó el despiece de la canal. Las muestras de carne utilizadas en este estudio pertenecen al músculo *Longissimus dorsi*. Tras el despiece se obtuvo una pieza de músculo de 22 cm, entre la 6 y la 12 costilla, que fue trasladada al laboratorio de la UPNA donde se dividió en filetes de 1,5 – 2,0 cm de grosor, a los que se les retiró la grasa subcutánea. Las muestras fueron cortadas de forma perpendicular a la orientación de las fibras musculares y se procedió a su identificación en función de la determinación analítica que deseara medirse en cada una de ellas:

- Composición química
- Ácidos grasos, maduración 0 días
- Ácidos grasos, maduración 14 días
- Compuestos volátiles maduración 0 días

- Compuestos volátiles, maduración 14 días
- Textura, maduración 0 días (LePetit y Warner Bratzler)
- Textura, maduración 14 días (LePetit y Warner Bratzler)
- Análisis sensorial, maduración 14 días

Además de las muestras del músculo *Longissimus dorsi* se recogieron muestras de carrilleras y recortes, necesarias para elaborar los platos a evaluar en el análisis sensorial. Todas las muestras fueron envasadas al vacío y congeladas a -28 °C, bien inmediatamente tras la identificación, o tras cumplirse un tiempo de maduración de 14 días a 4 °C.

Antes de proceder a la congelación de las muestras correspondientes a la textura se les realizó la determinación del pH y del color instrumental (0 y 14 días). El resto de determinaciones (% de humedad, grasa, proteína, cenizas, colágeno soluble y total, ácidos grasos, textura y análisis sensorial) se realizaron en muestras que previamente habían sido congeladas.

A efectos de este Trabajo Fin de Carrera sólo se realizaron las medidas de textura y de análisis sensorial, el resto de mediciones fueron llevadas a cabo por miembros del Grupo de Investigación de los directores del TFC, y se utilizaran para facilitar la interpretación de los resultados de la evaluación sensorial.

4.2.MEDIDA INSTRUMENTAL DE LA TEXTURA

La medida instrumental de la textura se llevó a cabo tanto en carne fresca como en carne cocinada, por lo que tuvieron que utilizarse dos métodos distintos. A la hora de medir la dureza de la carne en fresco se realizó un test de compresión, mientras que en el caso de la carne cocinada se optó por un test de corte. No obstante, para realizar ambos métodos es imprescindible el uso de un texturómetro, en este caso el modelo TA-XT2i de Stable Micro Systems, al que se le colocó una sonda determinada en función del test que se quería realizar. Este texturómetro cuenta con un panel de mandos y está conectado a un ordenador que permite, gracias al programa “Textura Expert”, procesar los datos obtenidos en cada ensayo.

Las medidas de textura se realizaron tanto en carne sin madurar como en filetes sometidos a un periodo de maduración de 14 días. El número total de muestras a analizar fue de 36 (18 en fresco y 18 cocinadas), correspondientes a los 3 ejemplares de cada una de las 3 ganaderías (A, B, C) y a los 2 periodos de maduración.

4.2.1. Test de compresión de Lepetit

La textura de la carne fresca se evaluó mediante el uso de un dispositivo de compresión modificado diseñado por Lepetit y Salé (1985). Esta sonda, denominada Lepetit, se enrosca al brazo del texturómetro que tiene movimiento ascendente y descendente y que puede ser controlado desde el panel de mandos.

La base de la célula de Lepetit y Sale está diseñada para albergar muestras de 1 cm de alto por 1 cm de ancho, de esta forma, cuando la sonda comprime la muestra, sólo se le permite la elongación longitudinal. Por tanto, las muestras de carne de cada

animal se dividieron en pequeños paralelepípedos que permitieron realizar entre 6 y 8 repeticiones de cada ejemplar. A la hora de realizar los cortes es importante evitar las zonas de nervios y tendones y que el corte longitudinal sea paralelo a las fibras del filete. Tras una hora de reposo en el frigorífico se procedió a su medición.

Durante la realización de las medidas, cuando únicamente quedaba por analizar la ganadería C, el texturómetro dejó de funcionar. Como las muestras ya estaban descongeladas se decidió realizar las mediciones en otro laboratorio pero, debido a que la sonda Lepetit es muy poco común, el programa Texture Expert instalado en ese ordenador no fue capaz de proporcionar unas medidas válidas. Por lo tanto, el estudio del test de compresión de Lepetit se limitará a las dos primeras ganaderías A y B. Sin embargo, los resultados del test de corte Warner Bratzler para la ganadería C sí fueron correctos.

4.2.2. Test de corte Warner-Bratzler

La textura de la carne cocinada se determinó mediante el test de corte Warner-Bratzler (Warner, 1928, 1952; Bratzler, 1932, 1949). La sonda Warner-Bratzler se caracteriza por producir un efecto de cizallamiento y ruptura que pretende simular la masticación humana.

El primer paso para llevar a cabo este test fue cocinar la carne al baño maría. Los filetes envasados al vacío se sumergieron en agua a 70 °C durante 45 minutos. Tras el proceso de cocción se dejaron enfriar a temperatura ambiente para poder ser manipulados sin riesgo de quemarse. A continuación, se dividió cada filete en 6 a 8 pequeños paralelepípedos y se dejaron reposar durante una hora en el frigorífico antes de proceder a su evaluación.

4.3.METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SENSORIAL

El perfil sensorial de la carne fue analizado tanto por un panel entrenado como por uno gastronómico, con el fin este último de profundizar en el efecto que los aspectos culturales, emocionales y socioeconómicos pueden tener en la percepción de la carne de toro de Lidia.

En estas catas se valoraron las características sensoriales de la carne de toro de Lidia frente a muestras de carne de ternera de raza Pirenaica. De esta forma va a ser posible comparar las diferencias que existen entre una carne de consumo muy arraigado en el consumidor y una carne poco común y, a veces, desprestigiada como es la del toro de Lidia.

4.3.1. Panel entrenado

4.3.1.1. Formación del panel

El panel entrenado, formado por 7 trabajadores de la Universidad Pública de Navarra, ya realizó una evaluación sensorial de carnes de toro el año 2012, por lo que no fue necesario realizar las fases de preselección y selección de catadores. Además, esta experiencia previa permitió reducir las sesiones de entrenamiento, ya que el panel

únicamente necesitó recordar la metodología y familiarizarse de nuevo con las características sensoriales del producto y las escalas de los atributos.

4.3.1.2. Sesiones de entrenamiento

En las sesiones de entrenamiento se reunieron todos los miembros del panel para degustar en grupo y definir unos criterios de cata comunes. El fin de estos entrenamientos fue conseguir que el panel de cata entrenado fuera lo más preciso y objetivo posible, ya que las técnicas sensoriales deben someterse a las mismas exigencias que cualquier otro método de medida. Estas reuniones también permitieron a los panelistas exponer sus dudas respecto a cualquier aspecto de la metodología sensorial, especialmente, aquellos relacionados con la definición de los distintos atributos sensoriales que debían valorar.

Desde el inicio de los entrenamientos cada uno de los catadores recibió una documentación, que conservó durante todas las sesiones de cata, con el objetivo de facilitar la valoración de los distintos atributos sensoriales y contenía los siguientes documentos:

- Ficha de cata, idéntica a la que posteriormente rellenarán en las sucesivas sesiones de cata.
- Definiciones de atributos sensoriales a evaluar.
- Ficha en la que se mostraba la intensidad de varios atributos en distintos alimentos.
- Metodología a seguir en la evaluación sensorial.

Como se ha indicado, el protocolo de cata no es nuevo para los panelistas, ya que fue elaborado por ellos mismos durante los entrenamientos del año anterior, en los que por ejemplo, debieron decidir qué referencias utilizar y la intensidad de sus atributos sensoriales.

El entrenamiento del panel se dividió en cuatro sesiones, siendo las tres primeras de entrenamiento en grupo y la cuarta un ensayo de cata que permitió evaluar si el panel estaba preparado para comenzar con las sesiones de cata definitivas. Todas las reuniones se realizaron a las 12:00, ya que, como se ha comentado anteriormente, es un horario adecuado para llevar a cabo este tipo de evaluaciones. Además, para evitar saturar a los catadores, nunca hubo más de 2 sesiones a la semana y siempre separadas por un día de descanso.

- **1ª sesión de entrenamiento: evaluación de olor (31-V-2013)**

En esta sesión se proporcionó a cada catador dos muestras diferentes, por un lado carne de ternera y, por otro, carne de toro de Lidia y para facilitar la evaluación tuvieron a su disposición una serie de referencias (hígado y jugo de ternera, tanto en fresco como cocinados). Tras este proceso los catadores fueron capaces de evaluar la intensidad del olor, el olor característico a vacuno y el olor a hígado.

- **2ª sesión de entrenamiento: evaluación de flavor (4-VI-2013)**

La mecánica de esta sesión fue similar a la de la anterior, e incluso permitió realizar un repaso de la evaluación del olor. Las muestras y referencias fueron

las mismas que las utilizadas en la 1ª sesión y también estuvieron disponibles en todo momento. Al degustarlas los panelistas fueron capaces de evaluar la intensidad del flavor, el flavor característico a vacuno, el flavor a hígado y a sangre y la persistencia del flavor.

- **3ª sesión de entrenamiento: evaluación de textura (6-VI-2013)**

Esta sesión de entrenamiento fue una de las más complejas debido a la cantidad de descriptores de textura que debieron evaluarse (jugosidad, dureza, residuo, fibrosidad y untuosidad) y al elevado número de referencias necesarias para ello (queso cremoso, salchicha Frankfurt, chorizo, zanahoria, polvorón, manzana, borraja cocida...).

- **4ª sesión de entrenamiento: prueba de cata individual (11-VI-2013)**

Tras completar el entrenamiento de todos los atributos sensoriales se procedió a realizar un ensayo de cata. Esta prueba debía realizarse como si de una cata definitiva se tratará, para poder, además de comprobar la capacitación del panel, familiarizarse con la metodología y tiempos de una cata completa. La prueba se realizó de forma individual en las cabinas normalizadas existentes en la sala de catas de la universidad. El protocolo de cocinado de las muestras y la metodología seguida durante la realización de la cata se explica más adelante, debido a que, como ya se ha indicado, coincide con la de las catas definitivas.

Tras analizar estadísticamente los resultados obtenidos y observar que eran homogéneos se consideró que el panel estaba lo suficientemente preparado como para poder comenzar a evaluar las carnes problema.

4.3.1.3. Sesiones de cata

El objetivo de estas catas fue realizar la evaluación sensorial de cada una de las tres ganaderías del estudio. Al disponer de carne de 3 ejemplares de cada una de ellas se decidió realizar tres sesiones distintas, en las que se valoraría un ejemplar de cada ganadería junto con una muestra de ternera de raza Pirenaica.

Las muestras a analizar fueron filetes de lomo con un grosor de alrededor de 2 cm, que se conservaron congelados y fueron sacados del congelador el día anterior a cada sesión para su descongelación. A partir de cada filete fue necesario obtener, al menos, siete trozos, uno para cada uno de los componentes del panel.

- **Preparación de la cata**

En este tipo de pruebas cobra especial importancia la trazabilidad de las muestras, por lo que todas ellas fueron debidamente codificadas. Se preparó de antemano para cada una de ellas un sobre de papel de aluminio para cocinar el filete, 7 envoltorios para las muestras del mismo material, una tabla de corte y un baño de arena (depiladoras) con su código correspondiente. Una vez realizada la codificación se procedió a la distribución de los distintos utensilios necesarios para la degustación (Figura 28).



Figura 28. Cocina de la sala de catas preparada para el cocinado de las muestras.

- Cocinado de las muestras

Los 4 filetes (3 de toro y 1 de ternera) fueron cocinados a la plancha en sobres de papel de aluminio y su temperatura se controló mediante una sonda. Una vez que alcanzaron 35 °C se les dio la vuelta y tras llegar a 70 °C se dio por terminado el cocinado (Figura 29).



Figura 29. Detalle del cocinado de los filetes.

Tras el cocinado, se cortó cada filete en 7 trozos que se envolvieron en papel de plata identificado con el código de la muestra. A medida que se iban envolviendo los pedazos de carne se conservaban en las depiladoras, también codificadas, para que mantuvieran el calor.

Mientras se preparaban las muestras se iban calentando los pocillos en los que se entregarían las muestras a los catadores.

Una vez preparadas las muestras de todos los filetes se distribuyeron de forma equitativa en los pocillos. Tras comprobar que cada catador iba a recibir

una muestra de cada uno de los toros y un pedazo de ternera se colocó un pocillo en cada una de las cabinas para que pudiera comenzar la valoración sensorial.

- **Preparación de las cabinas de cata**

Las catas se realizaron en las cabinas normalizadas de la sala de catas de la Universidad Pública de Navarra durante los días 13, 18 y 20 de junio de 2013. A su llegada a cualquiera de las 3 sesiones de cata, los catadores encontraron la cabina completamente preparada para comenzar su valoración (Figura 30).



Figura 30. Cabina de cata.

La evaluación sensorial no comenzó hasta que no se encendió la luz roja de las cabinas (Figura 31). A partir de este momento los catadores dispusieron de todo el tiempo que necesitaron para realizar su valoración.



Figura 31. Cabina de cata con luz roja.

4.3.1.4. Sesión de cata de platos preparados

En esta sesión de cata de platos preparados el panel entrenado tuvo que degustar los platos de estofado y carrilleras que el cocinero Alex Múgica cocinó para la cata del panel gastronómico en el hotel La Perla de Pamplona. De esta forma, cada uno de los catadores debió degustar 4 muestras de estofado y 4 de carrilleras, correspondiente a 3 toros y a una ternera (Figuras 32 y 33).



Figura 32. Preparación de la cata de estofados.



Figura 33. Preparación de la cata de carrilleras.

El plan de cata fue similar al de las catas anteriores, no obstante hubo una pequeña modificación, ya que además de su ficha de cata, se les pidió que rellenaran la ficha del panel gastronómico y un pequeño cuestionario. Los panelistas cataron en primer lugar las muestras de estofado, en el orden que ellos prefirieron, y terminaron degustando las carrilleras.

Esta cata se celebró el 28 de junio, dos días después del cocinado de los platos.

4.3.2. Panel gastronómico

4.3.2.1. Formación del panel

El panel gastronómico estuvo formado por 12 catadores que, a diferencia del panel entrenado, no recibieron ningún tipo de formación previa. Dicho panel estuvo compuesto por dos corredores del encierro de San Fermín, dos gastrónomos, dos críticos taurinos, un empresario del sector cárnico, dos aficionados, dos investigadores y por la estudiante redactora del presente trabajo fin de carrera.

Como ya se ha comentado, la mayoría de los panelistas eran expertos del sector taurino o aficionados a la tauromaquia, para los que consumir carne de toro implicó una serie de sensaciones y emociones positivas que no afloraron en el panel entrenado. Este comportamiento de los catadores fue estimulado, en gran medida, por el lugar donde se realizó la cata, el restaurante del hotel “La Perla” de Pamplona, con una gran vinculación con las fiestas de San Fermín y la tauromaquia (Figura 34).



Figura 34. Restaurante del Hotel "La Perla" (Pamplona).

4.3.2.2. Cata en el restaurante “La Perla”

La cata se realizó el 26 de junio de 2013 y tuvo como objetivo conocer la percepción de esta carne por parte del consumidor, por lo que se desarrolló en un ambiente distendido, como si de una comida normal se tratase. No obstante, los comensales tuvieron que rellenar 2 fichas de cata (Figura 35), una por cada tipo de preparación, y un pequeño cuestionario sobre sus hábitos de consumo de este tipo de carne.



Figura 35. Ficha de cata entregada a los miembros del panel gastronómico.

En primer lugar, se procedió a degustar los platos de carrilleras (plato innovador) que se sirvieron identificados con números del 1 al 4 (Figura 36). Durante la degustación se pidió a los panelistas que rellenaran la ficha de cata de la preparación correspondiente, en este caso la innovadora.



Figura 36. Platos de carrilleras.

Una vez retirados los platos de carrilleras los comensales cataron las distintas muestras de estofado (plato tradicional), codificadas de igual forma que las carrilleras (Figura 37), y rellenaron la ficha de la preparación tradicional.



Figura 37. Platos de estofado.

Tras terminar las dos fichas de cata los comensales pusieron en común sus impresiones acerca de la carne que acababan de consumir. Además, se les preguntó si sabían de qué tipo de animal procedía, ya que desconocían que una de las muestras era de carne de ternera, aunque alguno de los presentes fue capaz de distinguir esa muestra del resto.

4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Mediante el programa informático SPSS Statistics 21 se ha realizado un análisis de varianza para estudiar el efecto ganadería, el efecto maduración y el efecto debido a la interacción entre ambos factores.

En el caso de aquellas variables donde no se analizó el efecto de la maduración de la carne se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

- Y_{ij} : valor de cada observación de la variable analizada.
- μ : la media de la población.
- G_i : efecto de la ganadería
 - ✓ $i=1$: Ganadería A
 - ✓ $i=2$: Ganadería B
 - ✓ $i=3$: Ganadería C
- ε_{ij} : error asociado a cada observación

Estas variables fueron el peso vivo (PV), el peso de la canal frío (PCF), el rendimiento de la canal, los porcentajes de humedad, grasa y proteína y el pH.

El modelo utilizado a la hora de analizar los atributos sensoriales fue similar al anterior, aunque considerando a la ternera como otra ganadería.

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

- Y_{ij} : valor de cada observación de la variable analizada.
- μ : la media de la población.
- G_i : efecto de la ganadería
 - ✓ $i=1$: Ganadería A
 - ✓ $i=2$: Ganadería B
 - ✓ $i=3$: Ganadería C
 - ✓ $i=4$: Ternera Pirenaica
- ε_{ij} : error asociado a cada observación

En el caso de aquellas variables donde sí se analizó el efecto de la maduración de la carne el modelo elegido fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + M_j + (G \cdot M)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

- Y_{ij} : valor de cada observación de la variable analizada.
- μ : la media de la población.
- G_i : efecto de la ganadería
 - ✓ $i=1$: Ganadería A
 - ✓ $i=2$: Ganadería B

- ✓ $i=3$: Ganadería C
- M_j : efecto de la maduración
 - ✓ $i=1$: 0 días de maduración
 - ✓ $i=2$: 14 días de maduración
- $(G \cdot M)_{ij}$: efecto de la interacción ganadería x maduración
- ϵ_{ij} : error asociado a cada observación

Este modelo se utilizó en el estudio de las siguientes variables de color, textura y perfil de ácidos grasos.

También se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson para estudiar la relación existente entre las dos fichas de cata (descriptiva y hedónica) elaboradas por el panel entrenado en la cata de platos preparados.

Por último, se presentan los resultados del cuestionario sobre la carne de toro de Lidia elaborados por ambos paneles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA CARNE DE TORO DE LIDIA

A continuación, se exponen las características de composición química, color y textura de la carne de toro analizada, además de su evaluación sensorial. En este apartado se calculará el coeficiente de variación (CV) de las distintas variables que permitirá valorar cuán heterogénea es la carne de toro de Lidia.

5.1.1. Características de la canal

En la tabla 4 se describen las características medias de las canales de toro de Lidia estudiadas. El peso vivo (PV) medio de sacrificio fue de 556 kg, un peso razonable en animales de 4-5 años de edad con gran desarrollo muscular como son los de raza de Lidia. El PV máximo registrado fue de 640 kg, mientras que el toro menos pesado alcanzó los 485 kg. Estas diferencias entre ejemplares (CV=9,32 %) se deben, principalmente, a la gran variabilidad morfológica existente dentro de esta agrupación racial.

El peso medio de la canal fría (PCF) de los toros analizados fue de 285 kg y el rendimiento de la canal del 51,42 %, siendo la variabilidad entre ejemplares observada en el PV extrapolable a estos casos, ya que ambas variables dependen en gran medida del peso inicial del animal.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL					
PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
PV (kg)	556	51,75	640	485	9,32
PCF (kg)	285	25,68	338	249	9
Rto Canal (%)	51,42	2,053	55,47	48,05	4

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 4. Características de la canal de los animales estudiados.

5.1.2. Composición química de la carne

En la tabla 5 se muestra la composición química de la carne de las 3 ganaderías estudiadas. Esta carne se caracterizó por su elevado contenido en humedad (75,53 %) y proteína (24,02 %), su alto valor de pH final (5,91) y su bajo contenido en grasa intramuscular (2,29 %), siendo su composición similar a la descrita por autores como Beriain *et al.* (2011) o de las Heras (2012).

Salvo en el caso de la grasa intramuscular (IM), en la que el CV es muy elevado, los valores de humedad, proteína y pH son poco dispersos. El alto CV de la grasa

intramuscular (IM) indica que los resultados fueron muy heterogéneos. En el punto 2 del presente apartado se analizará en detalle si esta dispersión es debida a la ganadería.

COMPOSICIÓN QUÍMICA					
PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
Humedad (%)	73,53	1,032	75,20	71,6	1,4
Grasa (%)	2,29	0,921	4,10	0,80	40,24
Proteína (%)	24,02	2,78	34,00	20,90	11,59
pH	5,91	0,103	6,08	5,75	1,74

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 5. Composición química de la carne de los animales estudiados.

5.1.3. Color de la carne

En las tablas 6 y 7 se indican los valores de color de la carne de toro de los animales estudiados, tanto sin madurar como tras un periodo de maduración de 14 días.

COLOR (0 días)					
PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
L*	28,94	3,62	35,37	21,04	12,51
a*	26,57	8,14	43,85	17,36	30,63
b*	15,43	7,38	31,27	6,98	47,84

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 6. Coordenadas de color (L, a, b) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

COLOR (14 días)					
PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
L*	31,49	3,84	38,44	22,75	12,21
a*	21,89	3,44	27,41	13,84	15,71
b*	10,58	2,96	16,29	5,34	27,93

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 7. Coordenadas de color (L, a, b) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Los valores de L*, a*, b* de las muestras analizadas permiten describir la carne de toro como una carne oscura (L_{0 días} = 28,94; L_{14 días} = 31,49) y roja (a*_{0 días} = 26,57; a*_{14 días} = 21,89), lo que corrobora los resultados obtenidos por Hernández *et al.* (2006). No obstante, los CV calculados indican que existe bastante variabilidad dentro de los distintos ejemplares, que tiende a disminuir conforme avanza la maduración de la carne (14 días).

5.1.4. Textura

A continuación, se presentan los resultados de los análisis de textura en carne fresca (Lepetit) y carne cocinada (Warner Bratzler) para los dos tiempos de maduración estudiados (0 y 14 días).

Test de compresión Lepetit

En las tablas 8 y 9 se muestran los resultados del análisis de compresión de la carne de toro de Lidia, a 0 y 14 días de maduración.

COMPRESIÓN Lepetit (Maduración 0 días)

PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
Fuerza 1 (kg)	0,29	0,18	0,81	0,06	63,61
Área-FD 1:2 (kg*cm)	0,02	0,01	0,06	0,00	71,74
Fuerza 2 (kg)	1,24	0,74	3,06	0,26	59,89
Área-FD 2:3 (kg*cm)	0,10	0,08	0,32	0,01	82,04
Fuerza 3 (kg)	2,75	1,32	5,54	0,85	47,91
Área-FD 3:4 (kg*cm)	0,29	0,21	0,81	0,05	71,92
Fuerza 4 (kg)	4,15	1,80	9,37	1,55	43,35
Área-FD 4:5 (kg*cm)	0,49	0,29	1,19	0,14	58,94
Fuerza 5 (kg)	6,43	3,30	15,70	2,37	51,39
Área-FD 5:6 (kg*cm)	0,71	0,42	1,91	0,21	58,39
Área-FD 7:8 (kg*cm)	1,62	0,96	4,15	0,44	59,24
Pico máx. (kg)	6,43	3,30	15,70	2,37	51,39

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 8. Valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

COMPRESIÓN Lepetit (Maduración 14 días)

PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
Fuerza 1 (kg)	0,34	0,21	1,11	0,04	62,06
Área-FD 1:2 (kg*cm)	0,02	0,02	0,08	0,00	69,87
Fuerza 2 (kg)	1,12	0,45	2,49	0,10	40,39
Área-FD 2:3 (kg*cm)	0,11	0,07	0,37	0,01	64,37
Fuerza 3 (kg)	2,11	0,74	3,59	0,51	35,09
Área-FD 3:4 (kg*cm)	0,25	0,13	0,57	0,04	50,57
Fuerza 4 (kg)	3,41	1,90	9,19	1,32	55,77
Área-FD 4:5 (kg*cm)	0,42	0,24	1,06	0,10	56,13
Fuerza 5 (kg)	6,71	3,64	21,97	1,38	54,22
Área-FD 5:6 (kg*cm)	0,70	0,40	1,79	0,11	57,81
Área-FD 7:8 (kg*cm)	1,50	0,77	3,09	0,29	51,27
Pico máx. (kg)	6,71	3,64	21,97	1,38	54,22

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 9. Valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Los valores máximos del test de compresión Lepetit ($\text{Pico máx}_{0\text{días}} = 6,43$; $\text{Pico máx}_{14\text{días}} = 6,71$) concuerdan con los obtenidos con este mismo método en animales de toro de Lidia (de las Heras, 2012) y son algo superiores a los de otras razas de vacuno (Campo *et al.*, 2000). Sin embargo, los elevados CV reflejan la existencia de una gran dispersión en los resultados, por lo que será necesario realizar un análisis de los mismos para comprobar si esta variabilidad se debe a la ganadería.

Fuerza de corte Warner Bratzler

Los resultados del test de corte Warner Bratzler se adjuntan en las tablas 10 y 11, también para dos tiempos de maduración diferentes (0 y 14 días).

CORTE WB (Maduración 0 días)					
PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
Fuerza 1 (kg)	6,98	1,59	10,41	3,56	22,73
Área-FD 1:2 (kg*cm)	5,37	1,58	8,72	2,34	29,44

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 10. Valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

CORTE WB (Maduración 14 días)					
PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
Fuerza 1 (kg)	6,43	1,44	9,80	3,82	22,38
Área-FD 1:2 (kg*cm)	5,31	1,56	9,17	3,06	29,38

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 11. Valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Los resultados de textura obtenidos por este método son algo más homogéneos que en el caso anterior y permiten clasificar la carne de toro como de ternera intermedia, según la clasificación de Warner Bratzler o como extremadamente dura según Schakelford *et al.* (1997), Tatum *et al.* (1996) y Huerta-Leindenz *et al.* (1998).

5.1.5. Composición en ácidos grasos de la carne

En las tablas 12 y 13 se presentan los valores totales de ácidos grasos saturados (SFA), ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), ácidos grasos omega 3 ($\omega 3$), omega 6 ($\omega 6$), ácido linoleico conjugado (CLA) y la relación omega 6/omega 3 ($\omega 6/\omega 3$), para la carne de ganado de Lidia sin madurar y tras un periodo de maduración de 14 días.

ÁCIDOS GRASOS (Maduración 0 días)

PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
SFA	45,861	1,375	47,660	43,737	2,999
MUFA	37,604	0,934	39,215	36,638	2,483
PUFA	16,535	1,220	18,283	15,052	7,377
$\omega 3$	1,664	0,142	1,860	1,448	8,505
$\omega 6$	14,288	1,072	15,868	13,044	7,505
$\omega 6/\omega 3$	8,601	0,339	9,023	8,155	3,946
CLA	0,449	0,026	0,506	0,416	5,768

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 12. Composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

ÁCIDOS GRASOS (Maduración 14 días)

PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
SFA	45,839	1,301	47,468	43,612	2,838
MUFA	37,999	0,826	39,031	36,685	2,173
PUFA	16,162	0,678	17,357	14,996	4,197
$\omega 3$	1,601	0,191	1,888	1,334	11,898
$\omega 6$	13,983	0,491	14,854	13,104	3,509
$\omega 6/\omega 3$	8,819	0,850	10,441	7,865	9,640
CLA	0,431	0,012	0,460	0,417	2,823

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 13. Composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

La carne de toro de Lidia analizada en este trabajo, madurada durante 14 días, presentó unos porcentajes de ácidos grasos saturados (SFA), ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) del 45,84, 37,99 y 16,16 % respectivamente, mientras que su contenido en ácidos grasos $\omega 3$ y $\omega 6$ fue del 1,60 y del 13,98 %. Los CV revelan que la composición en ácidos grasos totales de todos los animales fue muy homogénea.

A continuación, en las tablas 14 y 15, se muestran los valores de los ácidos grasos detectados en la carne de vacuno de Lidia para los dos tiempos de maduración estudiados (0 y 14 días).

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

En el caso de la carne sin madurar, los CV superan los de los ácidos grasos totales (tablas 12 y 13). De los 39 ácidos grasos detectados, los que presentan una mayor dispersión son los ácidos undecanoico (C11), láurico (C12), tridecanoico (C13), pentadecenoico (C15:1) y tricosanoico (C23), todos ellos con un CV superior a 25 %.

ÁCIDOS GRASOS (Maduración 14 días)					
PARÁMETROS	\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
C8:0	0,047	0,003	0,053	0,042	6,832
C10:0	0,323	0,051	0,393	0,233	15,771
C11:0	0,023	0,007	0,035	0,013	30,207
C12:0	0,397	0,126	0,602	0,254	31,667
C13:0	0,029	0,003	0,034	0,026	11,160
C14:0	2,058	0,151	2,254	1,837	7,324
C14:1	0,247	0,035	0,305	0,208	14,011
C15:0	0,269	0,017	0,297	0,240	6,275
C15:1	0,027	0,006	0,034	0,018	24,120
C16:0	21,511	1,464	23,586	19,342	6,806
C16:1	2,134	0,354	2,611	1,585	16,566
C17:0	0,766	0,065	0,851	0,694	8,452
C17:1	0,475	0,051	0,554	0,391	10,831
C18:0	19,529	0,328	19,971	19,123	1,682
C18:1 ω 9t	0,391	0,034	0,439	0,333	8,679
transva C18:1 ω 11t	0,623	0,070	0,760	0,519	11,253
C18:1 ω 9c	33,691	1,088	35,218	31,976	3,231
C18:2 ω 6t	0,180	0,036	0,224	0,116	20,157
C18:2 ω 6c	11,322	0,492	12,073	10,545	4,342
C18:3 ω 6 g	0,053	0,008	0,063	0,038	16,146
C20:0	0,117	0,026	0,159	0,091	22,306
C18:3 ω 3 a	0,572	0,081	0,665	0,414	14,119
9,11 CLA	0,343	0,018	0,371	0,312	5,136
C20:1 ω 9	0,303	0,054	0,379	0,248	17,804
10,12 CLA	0,088	0,014	0,109	0,061	15,925
C21:0	0,066	0,011	0,084	0,053	16,023
C20:2	0,107	0,011	0,131	0,091	10,685
C22:0	0,559	0,064	0,692	0,454	11,395
C20:3 ω 6	0,039	0,008	0,058	0,033	19,681
C22:1 ω 9	0,048	0,012	0,069	0,032	25,134
C20:4 ω 6	2,389	0,237	2,778	2,006	9,936
C20:3 ω 3	0,086	0,005	0,092	0,080	5,384
C23:0	0,033	0,010	0,051	0,020	29,432
C20:5 ω 3 (EPA)	0,340	0,075	0,440	0,235	21,982
C22:2	0,040	0,012	0,063	0,024	30,765
C24:0	0,111	0,025	0,146	0,081	22,643
C24:1	0,059	0,020	0,092	0,036	34,111
C22:5 ω 3 (DPA)	0,541	0,042	0,614	0,471	7,670
C22:6 ω 3 (DHA)	0,062	0,010	0,077	0,048	15,779

Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 15. Composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Tras un periodo de maduración 14 días, 5 ácidos grasos presentan un coeficiente de variación superior al 25 %: el undecanoico (C11), el láurico (C12), el tricosanoico (C23), el docosadienoico (C22:2), y el nervónico (C24:1).

Los ácidos grasos predominantes en la grasa intramuscular del toro de Lidia, tanto justo después del sacrificio como después de los 14 días de maduración, fueron el ácido oleico (C18:1n9c), el palmítico (C16:0), el esteárico (C18:0) y el linoleico (C18:2n6c), tal y como ocurre en el resto de animales rumiantes.

5.1.6. Análisis sensorial

5.1.6.1. Panel entrenado

Método de referencia (análisis sensorial).

En la tabla 16 se presentan los resultados del perfil sensorial de la carne de toro Lidia analizada en el presente trabajo.

SENSORIAL -PANEL ENTRENADO-						
PARÁMETROS		\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
OLOR	<i>Intensidad</i>	8,5	1,93	11,7	4,4	22,77
	<i>Característico vacuno</i>	7,4	2,06	11,9	2,4	27,92
	<i>Hígado</i>	3,9	1,52	8,1	1,3	39,08
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	7,5	1,72	10,6	3,1	22,93
	<i>Característico vacuno</i>	6,4	2,14	10,3	2,1	33,33
	<i>Hígado</i>	4,1	2,06	10	1,6	50,70
	<i>Sangre</i>	4	1,84	9,1	1,6	46,29
	<i>Persistencia</i>	7,3	1,24	10	4,5	17,12
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	5,6	1,55	9,8	2,6	27,57
	<i>Dureza</i>	7,3	1,80	10,4	3,5	24,77
	<i>Residuo</i>	7,7	1,94	11,7	3,5	25,19
	<i>Fibrosidad</i>	6	1,58	9,8	3,1	26,39
	<i>Untuosidad</i>	4,8	1,46	7,6	1,6	30,55
VALORACIÓN GLOBAL		6,7	1,78	9,9	1,2	26,67

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 16. Valores del perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia.

El panel entrenado evaluó la carne de toro de Lidia como de olor intenso (8,5) y con aromas característicos de otras carnes de vacuno (7,4), además de con poco olor a hígado (3,9). En cuanto al flavor, el panel destacó su intensidad (7,5), su persistencia (7,3) y su similitud con el de otras carnes de vacuno (6,4), por el contrario, los sabores a sangre (4,0) e hígado (4,1) tuvieron menos presencia en la carne. Por último, los atributos texturales no deseables en la carne como la dureza (7,3), el residuo (7,7) o la fibrosidad (6,0) recibieron una puntuación más elevada que otros más apreciados por el consumidor como la jugosidad (5,6) o la untuosidad (4,8).

Las puntuaciones obtenidas repercutieron en la valoración global de los catadores que fue inferior a la mitad de la escala sensorial (6,7). No obstante, no hay que olvidar que esta valoración se realizó siguiendo el método de referencia, carne cocinada a la plancha sin ningún tipo de aderezo, y habrá que analizar si otro tipo de

preparaciones, similares a las de consumo habitual en otras carnes de vacuno, afectan a dicha valoración.

Los CV de los distintos atributos presentan valores elevados, sobre todo en el caso de los olores y sabores característicos a vacuno, hígado y sangre, que parecen ser fuente de heterogeneidad en la carne de toro de Lidia.

Análisis gastronómico.

Los resultados de las catas de platos preparados (estofado y carrilleras) en el Restaurante La Perla por el panel entrenado se muestran en las tablas 17 y 18.

SENSORIAL -PANEL ENTRENADO- Preparación tradicional (ESTOFADO)						
PARÁMETROS		\bar{x}	σ	Vmax	Vmin	CV
OLOR	<i>Intensidad</i>	9,4	1,86	12,1	6,5	19,65
	<i>Característico vacuno</i>	6,4	3,2	10,7	0,9	49,78
	<i>Hígado</i>	2,2	1,2	3,7	0,05	55,56
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	8,6	1,9	11,6	5,1	21,91
	<i>Característico vacuno</i>	7	3,02	11,2	3,3	43,37
	<i>Hígado</i>	2,3	1,53	6,4	0	67,52
	<i>Sangre</i>	2,14	1,4	5	0	65,29
	<i>Persistencia</i>	7,91	1,56	10,1	4,7	19,68
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	8	2,58	11,3	2,8	32,24
	<i>Dureza</i>	4,7	2	8,8	1,5	42,65
	<i>Residuo</i>	5,8	2,46	10,9	3	42,42
	<i>Fibrosidad</i>	6,58	2,37	11,7	2,4	35,98
	<i>Untuosidad</i>	5,34	1,64	9,2	3	30,68
VALORACIÓN GLOBAL		8,73	1,8	11	3,9	20,58

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 17. Valores del perfil sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborado por el panel entrenado.

El olor del estofado (plato tradicional) de toro de Lidia fue muy intenso (9,4), siendo más destacable el aroma característico de vacuno (6,4) que el de hígado (2,2). La intensidad y la persistencia del flavor en el estofado fueron valoradas muy positivamente por el panel entrenado, con puntuaciones de 8,6 y 7,91, respectivamente. Al igual que en el caso del olor, los sabores más representativos de la carne fueron los característicos de otras carnes de vacuno (7,0), en detrimento de los sabores a hígado (2,3) y sangre (2,14).

En cuanto a la textura, destaca el elevado valor de jugosidad (8,0) y los bajos valores de dureza (4,7) y residuo (5,8) que, junto con el resto de atributos de la carne, han permitido que el estofado de toro de Lidia sea del agrado de los jueces, cuya valoración global fue de 8,73.

		SENSORIAL -PANEL ENTRENADO- Preparación innovadora (CARRILLERAS)				
PARÁMETROS		\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
OLOR	<i>Intensidad</i>	8,9	2,22	12,2	4,8	25,05
	<i>Característico vacuno</i>	5	2,88	11,1	1,2	57,18
	<i>Hígado</i>	5,3	3,01	11,5	2,3	56,77
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	7	1,91	9,7	3,8	27,36
	<i>Característico vacuno</i>	4,7	2,01	8,4	1,6	43,11
	<i>Hígado</i>	3,5	1,66	6,9	1,7	47,35
	<i>Sangre</i>	2	1,01	3,3	0,05	51,58
	<i>Persistencia</i>	7,2	1,66	9,5	4	22,94
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	6,2	2,41	10,3	3,1	38,92
	<i>Dureza</i>	2,53	1,31	4,4	0	51,68
	<i>Residuo</i>	4,4	2,77	10,2	1,3	63,34
	<i>Fibrosidad</i>	4,2	1,93	8	1,3	45,96
	<i>Untuosidad</i>	6,9	1,77	9,3	3,8	25,71
VALORACIÓN GLOBAL		6,17	1,19	9,2	4,5	19,32

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 18. Valores del perfil sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborado por el panel entrenado.

La intensidad del olor de las carrilleras (plato innovador) también fue elevada (8,9), aunque en este caso casi se igualaron los aromas a hígado (5,3) y los característicos de vacuno (5,0), presentando ambos intensidades bajas. Esto puede ser debido a que el aderezo de las carrilleras aportó otro tipo de olores al plato que consiguieron enmascarar los propios de la carne.

Las valoraciones del flavor fueron similares a las del olor donde, pese a que la intensidad y la persistencia fueron relativamente elevadas (7,0 y 7,2), no fueron debidas exclusivamente a sabores de vacuno (4,7), de sangre (2,0) o de hígado (3,5), ya que sus intensidades fueron bastante bajas.

Este plato destacó por su baja dureza (2,53) y fibrosidad (4,2), además de por presentar poco residuo (4,4), siendo los atributos de jugosidad (6,2) y untuosidad los mejor valorados (6,9). En cuanto a la valoración global, el panel entrenado prefirió la preparación tradicional de estofado (8,73) antes que la innovadora de carrilleras (6,17).

Al igual que en el perfil sensorial realizado con el método de referencia, la mayor dispersión de datos se produce, tanto en el caso del estofado como en el de las carrilleras, en los olores y sabores característicos. No obstante, en estos platos cocinados, algunos parámetros de textura como la dureza, el residuo, la fibrosidad o la jugosidad aumentan la heterogeneidad de la carne de toro.

Como ya se ha comentado anteriormente, el panel entrenado también realizó la ficha del panel gastronómico (tablas 19 y 20) en la evaluación de los atributos sensoriales.

**SENSORIAL -PANEL ENTRENADO-
Preparación tradicional (ESTOFADO)**

PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
<i>Olor</i>	10,8	1,2	12,9	8,6	11,12
<i>Sabor</i>	10,6	1,97	12,7	4,4	18,66
<i>Textura</i>	10	2,37	13,4	2,2	23,77
<i>Valoración global</i>	10,2	2,11	13,4	3,6	20,66

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 19. Evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.

Tras utilizar esta nueva ficha de cata, el panel entrenado valoró de forma muy positiva el estofado (10,2), principalmente gracias al olor (10,8), al sabor (10,6) y a la textura que también fue elevada (10,0).

**SENSORIAL -PANEL ENTRENADO-
Preparación innovadora (CARRILLERAS)**

GANADERÍA	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
<i>Olor</i>	7,3	2,79	12,3	2,3	38,49
<i>Sabor</i>	6	1,91	9,8	2,9	31,75
<i>Textura</i>	7,4	2	10,8	3,3	10,8
<i>Valoración global</i>	6,8	1,32	9,4	4,9	19,36

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 20. Evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.

Al igual que con la ficha de cata anterior, las carrilleras fueron menos apreciadas por el panel entrenado (6,8), ya que aunque el olor (7,3) y la textura (7,4) fueron relativamente elevados, el sabor (6,0) no fue del agrado de los panelistas.

En el caso del estofado (tabla 19), los atributos medidos con esta ficha presentan una dispersión aceptable, sin embargo, las carrilleras (tabla 20) fueron más heterogéneas, especialmente en cuanto a olor y sabor.

5.1.6.2. Panel gastronómico

En las tablas 21 y 22 se adjuntan los resultados de las catas del panel gastronómico (personas relacionadas con la tauromaquia y la gastronomía) para los dos tipos de preparaciones de carne de ganado de Lidia degustadas, estofado y carrilleras.

**SENSORIAL -PANEL GASTRONÓMICO-
Preparación tradicional (ESTOFADO)**

PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
<i>Olor</i>	9,1	2,39	13,5	3,9	26,29
<i>Sabor</i>	9,4	2,9	13,7	1	31,01
<i>Textura</i>	9,3	2,84	13,9	3,4	30,45
<i>Valoración global</i>	9,1	3,21	13,9	3,2	35,43

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 21. Evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborada por el panel gastronómico.

El panel gastronómico consideró que los tres atributos analizados en el estofado, olor (9,1), sabor (9,4) y textura (9,3), fueron muy agradables, por lo que su valoración global fue elevada (9,1), aunque no tanto como la otorgada por el panel entrenado (10,2).

**SENSORIAL -PANEL GASTRONÓMICO-
Preparación innovadora (CARRILLERAS)**

PARÁMETROS	\bar{X}	σ	Vmax	Vmin	CV
<i>Olor</i>	8,8	2,82	13,5	2,2	31,97
<i>Sabor</i>	9,8	2,86	13,7	2,3	29,04
<i>Textura</i>	8,9	3,37	13,9	1,9	37,98
<i>Valoración global</i>	9,7	3,21	14	2,6	33,18

Escala de valoración sensorial de 0 a 15. Vmax y Vmin: valores máximo y mínimo de todos los estudiados. CV: coeficiente de variación de la media.

Tabla 22. Evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborada por el panel gastronómico.

Para el panel gastronómico, las carrilleras destacaron por su sabor (9,8), al contrario que lo que ocurrió con el panel entrenado, donde este no gustó, aunque también valoró positivamente su olor (8,8) y textura (8,9), lo que permitió que obtuvieran una alta valoración global (9,7).

Los CV de ambos platos son, en general, superiores a los mostrados por el panel entrenado al realizar la misma ficha de cata. Esto puede ser debido a que el panel gastronómico carece de formación previa y las puntuaciones de este panel para un mismo atributo y muestra pueden variar en gran medida de un catador a otro en función de sus gustos y preferencias.

5.2. EFECTO DE LA GANADERÍA Y DE LA MADURACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE TORO DE LIDIA

5.2.1. Efecto de la ganadería

5.2.1.1. Características de la canal

En la tabla 23 se muestran los resultados correspondientes al peso vivo (PV), el peso de la canal fría (PCF) y el rendimiento de la canal de las ganaderías estudiadas. Los animales de la ganadería A fueron más pesados que los de la ganadería C (613 vs 518 kg; $p < 0,05$). Los animales de la ganadería B se caracterizaron por no diferenciarse en el PV de las otras dos ganaderías (A y C).

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>PV (kg)</i>	613 ^b	535 ^{ab}	518 ^a	18,23	7,741	0,022
<i>PCF (kg)</i>	309,5	271,67	275	13,59	2,989	0,126
<i>Rto Canal (%)</i>	50,47	50,78	53,01	1,110	1,566	0,284

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 23. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las características de la canal de los animales estudiados.

Los toros analizados en este trabajo son ejemplares de 4 a 5 años, lidiados en una plaza de 1ª categoría y en una feria como la de San Fermín de gran renombre, por lo que es esperable encontrar valores de peso vivo (PV) elevado de alrededor de 600 kg. Su rendimiento canal es bajo, pero no hay que olvidar que estos animales no pertenecen a una raza cárnica y su fin último no es el de la producción de carne, sino el de la producción de comportamiento en forma de bravura. Además, debido a las heridas recibidas durante la Lidia los veterinarios se ven obligados a decomisar las zonas dañadas.

5.2.1.2. Composición química de la carne

En la tabla 24 figuran los resultados correspondientes a la composición química de la carne. En este caso, la ganadería A tuvo menor contenido en grasa intramuscular (IM) que la C (1,43 vs 2,98 %; $p < 0,01$). Al igual que con el PV, la ganadería B no difirió de las ganaderías A y C en la deposición de dicha grasa.

COMPOSICIÓN QUÍMICA						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>Humedad (%)</i>	73,983	73,317	73,3	0,426	0,839	0,451
<i>Grasa (%)</i>	1,433 ^a	2,450 ^{ab}	2,983 ^b	0,278	7,999	0,004
<i>Proteína (%)</i>	24,650	23,233	24,182	1,181	0,374	0,694
<i>pH</i>	5,820	5,967	5,938	0,052	2,275	0,184

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 24. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición química de la carne de los animales estudiados.

A la vista de estos resultados, que concuerdan con los obtenidos por Beriain *et al.* (2011), se observa que la carne de ganado bravo presenta menor contenido en humedad que la de ternera (76 %), además de presentar mayor contenido en proteína (21 %) y grasa (0,6 %). Estas diferencias son completamente esperables, ya que la carne de toro proviene de machos enteros de 4 ó 5 años criados en un régimen extensivo que han desarrollado una elevada masa muscular necesaria para la lidia. Cuando es comparada con la de ejemplares de otras razas, pero de edad similar, se comprueba que la carne de res de lidia es menos grasa y que su contenido graso se asemeja al de añejos sacrificados a los 13 - 16 meses de edad, que presentan un bajo grado de veteado debido a su corta edad (Christensen *et al.*, 2011).

La ganadería B presenta un porcentaje de grasa IM similar al que, según los resultados de Serra *et al.* (2008), presentan algunas razas autóctonas del suroeste español como la Morucha (2,62 %) o la Avileña-Negra Ibérica (2,72 %) cuyo sistema de cría se asemeja al del ganado bravo, mientras que la C parece asemejarse más a razas como la Casina o Asturiana de la Montaña (3,13 %) y la Highland (3,64 %) (Christensen *et al.*, 2011).

En cuanto a la ganadería A, al igual que sugieren Horcada *et al.* (2012), el bajo nivel de grasa intramuscular observado se acerca más a especies alternativas como el ciervo (1,2 %) (Vergara *et al.*, 2003), el búfalo (1,72 %) (Juárez *et al.*, 2010) o el bisonte (2,14 %) (Galbraith *et al.*, 2006) que a la carne bovina comercial.

El pH observado en este trabajo posee un valor cercano a 6, que en las carnes de ternera puede implicar problemas de carnes DFD (*dark, firm and dry*; oscuras, duras y secas). Este pH elevado se debe a que, a causa del intenso ejercicio físico de los animales durante la lidia, se produce el agotamiento de las reservas del glucógeno muscular y se impide la formación de suficiente ácido láctico como para hacer descender la acidez de la carne hasta un pH más adecuado. No obstante, estudios como el de Beriain *et al.* (2011), apuntan que, pese a su alto valor de pH, la carne no presenta características DFD, debido, posiblemente, a la capacidad de estos animales para superar el estrés físico y emocional que supone la lidia.

5.2.1.3. Color de la carne

En las tablas 25 y 26 se indican los resultados de color de las 3 ganaderías tras una maduración de 0 y de 14 días, respectivamente.

COLOR (0 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>L</i> *	25,09 ^a	31,73 ^b	30 ^b	0,592	33,781	0,000
<i>a</i> *	36,87 ^b	21,10 ^a	21,75 ^a	0,915	95,010	0,000
<i>b</i> *	24,90 ^b	9,68 ^a	11,71 ^a	0,743	123,86	0,000

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 25. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

En los 3 parámetros de color analizados se han encontrado diferencias altamente significativas importantes ($p < 0,001$) entre las 3 ganaderías estudiadas. En la carne sin

madurar, las ganaderías B (31,73) y C (30) fueron más claras (L^*) que la A (25,09), que además fue la que presentó una mayor a^* (36,87 frente a los 21,1 y 21,75 de las ganaderías B y C). Este parámetro a^* o intensidad del color rojo cobra gran importancia, ya que existe un número elevado de estudios que afirman que la carne de color rojo brillante es más apreciada por el consumidor (Beriaín *et al.*, 1997; Chan *et al.*, 1995, 1996; Johansson, 1989; Renerre and Mazuel, 1985; Strange *et al.*, 1974). La intensidad de amarillo b^* también fue superior en la carne de la ganadería A (24,9) que en la de las ganaderías B (9,68) y C (11,71).

COLOR (14 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
L^*	35,04 ^c	31,66 ^b	27,75 ^a	0,632	33,266	0,000
a^*	23,93 ^b	19,44 ^a	22,29 ^b	0,762	8,879	0,001
b^*	12,80 ^b	8,15 ^a	10,79 ^b	0,592	15,549	0,000

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 26. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Tras un periodo de maduración de 14 días las diferencias entre ganaderías seguían existiendo (Tabla 26). En el caso de la luminosidad o claridad de la carne (L^*) las tres ganaderías fueron significativamente diferentes ($p=0,000$), siendo la A la de carne más oscura (35,04), seguida por las ganaderías B (31,66) y C (27,75). La intensidad de rojo a^* también fue significativamente diferente en las distintas carnes ($p=0,001$), ya que las ganaderías A (23,93) y C (22,29) fueron más rojas que la B (19,44). Lo mismo ocurrió con el componente de color b^* o intensidad de amarillo ($p=0,000$) que fue superior en las ganaderías A (12,8) y C (10,79) que en la B (8,15).

Por lo tanto, la carne de toro de Lidia analizada en el presente trabajo, en comparación con la de añejos de raza Pirenaica (Lizaso, 1998), presenta un intenso color rojo oscuro, ya que el valor de a^* es de 26,6 frente a 15,7 (medidas de color en carne sin madurar). Este color característico es debido, según varios autores como Hernández *et al.* (2006) y Micol *et al.* (2007), al elevado pH final que alcanza la carne de estos animales tras el estrés de la Lidia.

5.2.1.4. Textura

En las tablas 27, 28, 29 y 30 se muestran los resultados de la dureza de la carne obtenidos con el test de compresión de Lepetit y con el test de corte de Warner Bratzler.

TEST DE COMPRESIÓN LEPETIT

En la carne fresca sin madurar (tabla 27) es notoria la existencia de un efecto de la ganadería sobre la textura, ya que en todas las variables estudiadas existen diferencias altamente significativas ($p<0,001$) entre las dos ganaderías estudiadas. A la vista de estos resultados puede afirmarse que, la ganadería B es más tierna que la ganadería A.

No existen muchos estudios de carne de vacuno que utilicen el test de compresión de Lepetit a la hora de evaluar la textura, por lo que sólo se dispone de los resultados de Campo *et al.* (2000) como referencia. En dicho estudio se analizó el efecto de la maduración sobre la dureza de la carne de diferentes razas bovinas españolas (razas con hipertrofia muscular, de rápido crecimiento, de doble propósito y razas no mejoradas). Como principal diferencia en el comportamiento de los distintos tipos de carne, cabe destacar que la fuerza necesaria para alcanzar el 20 % de la compresión (fuerza 1) es menor en los toros (0,29 kg) que en los añejos (0,89 kg) (Campo *et al.*, 2000). Sin embargo, a medida que avanza la compresión estas diferencias se invierten.

COMPRESIÓN LePetit (Maduración 0 días)					
GANADERÍAS	A	B	SEM	F	Sig
Fuerza 1 (kg)	0,385	0,183	0,031	21,447	0,000
Área-FD 1:2 (kg*cm)	0,025	0,012	0,002	15,933	0,000
Fuerza 2 (kg)	1,691	0,779	0,120	29,081	0,000
Área-FD 2:3 (kg*cm)	0,150	0,054	0,014	22,832	0,000
Fuerza 3 (kg)	3,634	1,832	0,195	42,840	0,000
Área-FD 3:4 (kg*cm)	0,420	0,161	0,034	29,503	0,000
Fuerza 4 (kg)	5,459	2,790	0,244	60,006	0,000
Área-FD 4:5 (kg*cm)	0,690	0,289	0,043	44,404	0,000
Fuerza 5 (kg)	9,133	3,608	0,361	117,254	0,000
Área-FD 5:6 (kg*cm)	1,039	0,374	0,051	87,156	0,000
Área-FD 7:8 (kg*cm)	2,324	0,890	0,129	61,936	0,000
Pico máx. (kg)	9,133	3,608	0,361	117,254	0,000

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 27. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

Tras 14 días de maduración (tabla 28), las diferencias durante la primera parte de la compresión (hasta el 40 %) desaparecen. Esto puede ser debido a que en este periodo de ablandamiento se ha producido una mayor proteólisis de la estructura miofibrilar en la carne de la ganadería A que en la de la B, por acción de las calpaínas y catepsinas (Koohmaraie *et al.*, 2002). A partir de superarse el 40 % de la compresión las diferencias vuelven a aparecer, comprobándose de nuevo que la dureza de la ganadería A es superior a la de la B.

COMPRESIÓN					
LePetit (Maduración 14 días)					
GANADERÍAS	A	B	SEM	F	Sig
Fuerza 1 (kg)	0,354	0,324	0,043	0,249	0,620
Área-FD 1:2 (kg*cm)	0,026	0,018	0,003	3,469	0,069
Fuerza 2 (kg)	1,193	1,046	0,091	1,308	0,259
Área-FD 2:3 (kg*cm)	0,133	0,087	0,014	5,942	0,019
Fuerza 3 (kg)	2,494	1,749	0,131	16,311	0,000
Área-FD 3:4 (kg*cm)	0,318	0,185	0,022	18,504	0,000
Fuerza 4 (kg)	4,364	2,501	0,338	15,193	0,000
Área-FD 4:5 (kg*cm)	0,582	0,270	0,037	36,903	0,000
Fuerza 5 (kg)	8,514	4,977	0,647	14,942	0,000
Área-FD 5:6 (kg*cm)	0,969	0,434	0,061	38,576	0,000
Área-FD 7:8 (kg*cm)	2,030	0,994	0,116	40,284	0,000
Pico máx. (kg)	8,514	4,977	0,647	14,942	0,000

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 28. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

La maduración de la carne parece tener un efecto contradictorio en las dos ganaderías. Mientras que en la ganadería A, la más dura, se produce un cierto ablandamiento, en la ganadería B aumenta la resistencia de la carne a la compresión y por lo tanto la dureza. Esta situación ya ha sido descrita con anterioridad en otros estudios (Novakofski *et al.*, 2006; Plaza, 2011; de las Heras, 2012), en los que se observa que aquellas muestras con una alta terneza inicial pueden aumentar su dureza tras un tiempo de maduración.

Por otra parte, Novakofski y Brewer (2006) catalogaron la carne de los animales estudiados en grupos en función de su terneza inicial y observaron la existencia de una correlación positiva entre la terneza inicial de la carne, la capacidad de retención de agua (CRA) y la cantidad de grasa, tanto intramuscular como subcutánea ($p=0,01$). Los resultados obtenidos en el presente trabajo corroborarían esta hipótesis, ya que la ganadería que presentó una mayor terneza inicial, la ganadería B, se caracteriza por su elevado porcentaje de grasa (2,45 %).

FUERZA DE CORTE WARNER BRATZLER

La textura de la carne cocinada sin madurar (tabla 29) también se ve afectada por el tipo de ganadería ($p<0,001$), siendo en este caso la carne más blanda la de la ganadería A, al contrario de lo que ocurría en el test de compresión.

CORTE WB (Maduración 0 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
Fuerza 1 (kg)	5,707 ^a	7,664 ^b	7,954 ^b	0,303	17,469	0,000
Área-FD 1:2 (kg*cm)	4,509 ^a	5,618 ^{ab}	6,534 ^b	0,343	7,903	0,001

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 29. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

En la carne madurada 14 días (tabla 30) las fuerzas de corte siguen manteniendo el patrón anterior, en el que las ganaderías C y B tienen una fuerza de corte mayor que la ganadería A.

Según la clasificación de Warner Bratzler la ganadería A presenta una carne ligeramente tierna, mientras que las carnes de las ganaderías B y C tienen una terneza intermedia. Sin embargo, si la clasificación utilizada es la de Schakelford *et al.* (1997), Tatum *et al.* (1996) y Huerta-Leindenz *et al.* (1998), mucho más exigente, todas las carnes deberían ser catalogadas como extremadamente duras.

CORTE WB (Maduración 14 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
Fuerza 1 (kg)	5,612 ^a	6,823 ^b	7,393 ^b	0,329	7,953	0,001
Área-FD 1:2 (kg*cm)	4,687 ^a	5,417 ^{ab}	6,369 ^b	0,379	4,554	0,016

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 30. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Los valores del test de corte Warner Bratzler son más elevados que los que pueden presentar las terneras y añejos de otras razas españolas como la Asturiana de los Valles, la Avileña-Negra Ibérica, la Parda Alpina, la Pirenaica, la Retinta, la Rubia Gallega o la Morucha (Sañudo, 1998; Plaza, 2011). Esto es debido a que la dureza de la carne depende en gran medida de la naturaleza y cantidad de colágeno y del contenido en grasa intramuscular. Varios estudios han descrito una disminución de la terneza de la carne al aumentar la edad del animal (Robelin, 1986; Horgan *et al.*, 1991, Huff-Loneragan *et al.*, 1995). Esto suele ser atribuido a un incremento del entrecruzamiento del colágeno muscular con la edad, que reduce su solubilidad durante el cocinado, aumentando de esta forma la dureza (Bailey, 1985; Lepetit, 2007), si bien estos cambios son más notorios cuando los rangos de edad estudiados son muy amplios, abarcando desde pocos meses a varios años. En rangos de edad más reducidos no existe un patrón de comportamiento claro, ya que en los distintos estudios (Dikeman *et al.*, 1986; Gullet *et al.*, 1996; Purchas *et al.*, 2002; Sañudo *et al.*, 2004) se han encontrado todos los resultados posibles, desde aumentos y descensos de la terneza a medida que avanza la edad hasta incluso que la edad no ejerce ninguna influencia sobre la textura de la carne (Sierra, 2010). Los resultados de Sañudo *et al.*

(2004) tras estudiar el efecto del peso de sacrificio (300-350 vs. 530-560 kg) sobre la textura de la carne son sorprendentes, ya que, en varios casos, la carne de los animales más jóvenes era más dura. No obstante, estas diferencias de terneza debidas a la edad y a la raza tienden a disminuir a lo largo de la maduración, al igual que ocurre en las carnes de toro de Lidia analizadas en este trabajo.

Las características especiales de la carne de toro de Lidia, así como su elevada edad de sacrificio o su alto desarrollo muscular, provocan que para obtener el mismo grado de ablandamiento sean necesarios periodos más largos, por lo menos de 14 días, cuando en animales más jóvenes es suficiente con 7 días (Beriaín *et al.*, 2011).

Sañudo *et al.* (2004) evaluaron la textura de igual forma que en este trabajo, realizando un test de compresión en la carne cruda con la sonda Lepetit y un test de corte WB en la carne cocinada. Tras analizar sus valores de textura con ambos dispositivos se llega a la conclusión de que la ganadería A (Fmax Lepetit = 9,1 kg; WB = 5,7 kg) presenta similitudes con las razas de doble propósito (Fmax Lepetit = 8,6 kg; WB = 6 kg) y rústicas (Fmax Lepetit = 7,8 kg; WB = 3,9 kg), mientras que la ganadería B (Fmax Lepetit = 3,6 kg; WB = 7,67 kg) se asemeja más a las de doble musculatura (Fmax Lepetit = 3,7 kg; WB = 7,3 kg) y de rápido crecimiento (Fmax Lepetit = 4,7 kg; WB = 5,6 kg). En el caso de la ganadería C, al no disponer de valores de Lepetit, sería arriesgado catalogarla en alguno de los grupos, aunque su elevado valor de fuerza de corte WB la acerca más a la ganadería B que a la A.

5.2.1.5. Composición en ácidos grasos de la carne

La composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular de las 3 ganaderías de toro bravo analizadas, con periodos de maduración de 0 y 14 días, se muestra de forma desglosada en las tablas 32 y 34. En las tablas 31 y 33 se adjunta la relación de ácidos grasos totales para los dos tiempos de maduración.

ÁCIDOS GRASOS TOTALES (0 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
SFA	44,725	46,599	46,261	0,713	1,962	0,221
MUFA	37,547	37,938	37,326	0,596	0,270	0,772
PUFA	17,728 ^b	15,464 ^a	16,413 ^{ab}	0,480	5,607	0,042
ω3	1,747	1,535	1,710	0,068	2,789	0,139
ω6	15,359 ^b	13,380 ^a	14,126 ^{ab}	0,422	5,608	0,042
ω6/ω3	8,793	8,745	8,264	0,150	3,794	0,086
CLA	0,472 ^b	0,425 ^a	0,449 ^{ab}	0,011	4,745	0,058

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 31. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (0 días de maduración).

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erreserbatu dira

Como puede observarse en la tabla 31, existen diferencias significativas entre las distintas ganaderías en el contenido total de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) ($p=0,042$) y en el porcentaje de ácidos grasos omega 6 ($p=0,042$) cuando la carne no fue sometida a un periodo de maduración. La ganadería A se caracteriza por presentar un contenido en PUFA (17,7 %) superior al de la ganadería B (16,4 %) y similar al de la C (16,4). El efecto de la ganadería sobre los ácidos grasos poliinsaturados se debe, principalmente, a diferencias en los ácidos grasos linolénico (C18:3n6 g) ($p=0,001$) y araquidónico (C20:4n6) ($p=0,005$), aunque también existen variaciones significativas en los ácidos dihogomalinolénico (C20:3n6) ($p=0,019$), docosadienoico (C20:2) ($p=0,036$) y linoléico conjugado (9,11 CLA) ($p=0,04$).

En los ácidos grasos omega 6 el patrón es el mismo que en los PUFA, mostrando la ganadería A un mayor porcentaje (15,4 %), que la B (13,4 %) ($p=0,042$). Lógicamente, los causantes de estas diferencias son los ácidos grasos linolénico (C18:3n6 g), araquidónico (C20:4n6) y dihogomalinolénico (C20:3n6) nombrados anteriormente.

También existen diferencias significativas en algunos ácidos grasos saturados (SFA) y monoinsaturados (MUFA), aunque no son lo suficientemente importantes como para influir en los contenidos totales de ambos tipos de ácidos. Como puede verse en la tabla 32, dentro de los SFA se detectaron diferencias en los ácidos caprílico (C8:0) ($p=0,011$), margárico (C17:0) ($p=0,026$) y behénico (C22:0) ($p=0,036$), mientras que en los MUFA se observaron en el ácido miristoléico (C14:1) ($p=0,001$) y en el ácido trans vaccénico (transva C18:1n11t) ($p=0,01$).

ÁCIDOS GRASOS TOTALES (14 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
SFA	44,463 ^a	46,732 ^b	46,321 ^{ab}	0,515	5,521	0,044
MUFA	38,766 ^b	37,245 ^a	37,986 ^{ab}	0,332	5,256	0,048
PUFA	16,771	16,023	15,693	0,321	2,965	0,127
ω3	1,779	1,508	1,517	0,091	2,892	0,132
ω6	14,395	13,941	13,614	0,236	2,764	0,141
ω6/ω3	8,098	9,320	9,038	0,430	2,220	0,190
CLA	0,426	0,440	0,426	0,007	1,486	0,299

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 33. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

ÁCIDOS GRASOS (14 días)						
GANADERÍAS	A	B	C	SEM	F	Sig
C8:0	0,049	0,047	0,046	0,002	0,659	0,551
C10:0	0,363	0,296	0,310	0,027	1,664	0,266
C11:0	0,029	0,019	0,020	0,003	3,399	0,103
C12:0	0,527	0,312	0,352	0,051	4,961	0,054
C13:0	0,027	0,032	0,028	0,002	2,479	0,164
C14:0	1,959	2,206	2,009	0,066	3,877	0,083
C14:1	0,248	0,262	0,232	0,021	0,481	0,640
C15:0	0,255 ^a	0,288 ^b	0,264 ^a	0,005	10,084	0,012
C15:1	0,026	0,029	0,025	0,004	0,287	0,760
C16:0	19,999 ^a	22,571 ^b	21,961 ^{ab}	0,592	5,154	0,050
C16:1	1,777 ^a	2,471 ^b	2,153 ^{ab}	0,124	7,895	0,021
C17:0	0,717	0,807	0,775	0,034	1,739	0,254
C17:1	0,454	0,496	0,476	0,032	0,442	0,662
C18:0	19,532	19,372	19,681	0,200	0,600	0,579
C18:1 ω9t	0,409	0,398	0,367	0,019	1,311	0,337
transva C18:1ω11t	0,690	0,578	0,601	0,032	3,443	0,101
C18:1ω9c	34,782 ^b	32,578 ^a	33,712 ^{ab}	0,349	9,984	0,012
C18:2ω6t	0,141 ^a	0,214 ^b	0,185 ^{ab}	0,012	9,949	0,012
C18:2ω6c	11,694	11,414	10,859	0,218	3,809	0,086
C18:3ω6 g	0,051	0,057	0,050	0,005	0,590	0,584
C20:0	0,146 ^b	0,099 ^a	0,108 ^{ab}	0,010	6,553	0,031
C18:3ω3 a	0,624	0,531	0,562	0,047	1,019	0,416
9,11 CLA	0,326	0,353	0,350	0,008	3,510	0,098
C20:1ω9	0,249	0,344	0,317	0,022	4,888	0,055
10,12 CLA	0,100	0,087	0,077	0,006	3,519	0,097
C21:0	0,076	0,062	0,060	0,005	3,469	0,100
C20:2	0,118	0,101	0,102	0,005	2,999	0,125
C22:0	0,602	0,505	0,570	0,032	2,427	0,169
C20:3ω6	0,034	0,040	0,043	0,005	0,846	0,475
C22:1ω9	0,050	0,042	0,051	0,008	0,400	0,687
C20:4ω6	2,474	2,216	2,477	0,133	1,278	0,345
C20:3ω3	0,091	0,084	0,085	0,002	2,214	0,190
C23:0	0,043 ^b	0,024 ^a	0,032 ^{ab}	0,003	7,866	0,021
C20:5ω3 (EPA)	0,417	0,302	0,300	0,031	4,518	0,064
C22:2	0,053	0,033	0,034	0,005	4,931	0,054
C24:0	0,137 ^b	0,092 ^a	0,104 ^{ab}	0,010	6,077	0,036
C24:1	0,081 ^b	0,045 ^a	0,051 ^{ab}	0,008	6,242	0,034
C22:5 ω3(DPA)	0,577	0,533	0,513	0,020	2,622	0,152
C22:6ω3 (DHA)	0,071	0,057	0,057	0,004	3,620	0,093

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: P > 0,05; letras diferentes: P < 0,05.

Tabla 34. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados (14 días de maduración).

Tras un periodo de maduración de 14 días (tablas 33 y 34) se han observado variaciones significativas en el total de ácidos grasos saturados (SFA) ($p=0,044$), y monoinsaturados (MUFA) ($p=0,048$), hechos que no ocurrían en la carne sin madurar.

La ganadería B (46,7 %) es la más rica en ácidos grasos SFA y la A la más pobre (44,5 %), hecho que se invierte en los ácidos grasos MUFA. En ambos casos la ganadería C no difirió del resto de ganaderías (A y B).

En el caso de los ácidos SFA las diferencias son debidas a los ácidos pentadecenoico (C15:0) ($p=0,012$), palmítico (C16:0) ($p=0,05$), araquídico (C20:0) ($p=0,031$), tricosanoico (C23:0) ($p=0,021$) y lignocérico (C24:0) ($p=0,036$), mientras que los MUFA que varían en las ganaderías A y B son el ácido palmitoleico (C16:1) ($p=0,021$), el ácido oléico (C18:1n9c) ($p=0,012$) y el ácido nervónico (C24:1) ($p=0,034$).

Aunque no se encontraron diferencias en el total de PUFA el ácido graso poliinsaturado linoelaidico (C18:2n6t) también fue significativamente distinto en las ganaderías A y B ($p=0,012$).

Las variaciones en el perfil de ácidos grasos pueden ser debidas a múltiples factores como la especie, la raza, el animal, la edad, el sexo, el nivel de engrasamiento, la alimentación o el manejo pre-sacrificio (Wood *et al.*, 2008).

En los animales estudiados en el presente trabajo, machos enteros de raza de Lidia sacrificados con 4-5 años, las diferencias van a ser debidas, principalmente al contenido en grasa intramuscular que, como se ha comentado anteriormente, era significativamente diferente en las ganaderías. Esto no quiere decir que el manejo y la alimentación no hayan influido, aunque con los datos disponibles no es posible comprobarlo. Cuando se analizó el porcentaje de grasa se llegó a la conclusión de la existencia de una clara distinción entre la ganadería A y la C, debido a su bajo contenido graso (1,433 %). Esto parece concordar con resultados de la composición en ácidos grasos recién comentados, donde la ganadería C presentaba un contenido de SFA superior al de la ganadería A, mientras que con el porcentaje de PUFA sucedía lo contrario. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Beriain *et al.* (2011), también en reses bravas.

El contenido total de ácidos grasos SFA, MUFA y PUFA es similar al encontrado en añejos de otras razas autóctonas españolas sacrificados con un peso vivo ligeramente inferior (470-550 kg) (Insausti *et al.*, 2004; Indurain *et al.*, 2010). La ganadería A (44,7% de SFA, 37,5% de MUFA, 17,7% de PUFA) se asemeja más a razas con menos grasa intramuscular como son la Asturiana de los Valles (43,8% de SFA, 32,1% de MUFA, 24,1% de PUFA), la Rubia Gallega (44,4% de SFA, 33,3% de MUFA, 21,5% de PUFA) o la Pirenaica (42,3% de SFA, 41,96% de MUFA, 15,74% de PUFA), mientras que la ganadería C (46,3% de SFA, 37,3% de MUFA, 16,4% de PUFA) es más próxima a razas como la Parda Alpina (43,5% de SFA, 43,7% de MUFA, 12,8% de PUFA) o la Retinta (45,2% de SFA, 38,5% de MUFA, 15,6% de PUFA).

Respecto a la composición en ácidos grasos, en las tablas 32 y 34 se aprecia que el ácido graso más abundante es el ácido oleico (C18:1n9c), seguido por los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y linoleico (C18:2n6c), los cuales representan más del 80 % de los ácidos grasos totales de la grasa intramuscular de los toros estudiados. Estos resultados están en consonancia con los aportados por otros autores (Wood *et al.*, 2008; Indurain *et al.*, 2010; Jiang *et al.*, 2010) para distintas razas de ganado bovino y también concuerdan con los de Beriain *et al.* (2011) y de las Heras (2012) en reses bravas.

En cuanto a los ácidos minoritarios, tras compararlos con los resultados obtenidos por Indurain *et al.* (2010), se llega a la conclusión de que algunos de ellos difieren de los encontrados en otras razas españolas. Dentro de los SFA cabe destacar el caso de los ácidos C10:0 y C:22 cuyos porcentajes en los toros de Lidia superan los de razas como la Parda Alpina, la Pirenaica o la Morucha o de ácidos como C12:0 y C17:0, donde ocurre lo contrario. En cuanto a los MUFA los valores del ácido C24:1 son bastante más bajos que los encontrados en las razas analizadas por Indurain *et al.* (2010). En el grupo de los PUFA destaca que el porcentaje de ácido linoleico (C18:2n6c) de los toros de Lidia se asemeja al encontrado en la Rubia Gallega pero no concuerda con el del resto de razas y que ácidos como el C18:3n6 g y el C20:4n6 estén mucho menos presentes en el ganado de lidia.

Para terminar el estudio de la grasa intramuscular es importante analizar los ratios PUFA/SFA y $\omega 6/\omega 3$, ya que se encuentran relacionados con el perfil lipídico de la carne y su idoneidad como alimento saludable, especialmente en lo que respecta a las enfermedades cardiovasculares (Insausti *et al.*, 2004). Según el Departamento de Sanidad y Seguridad Social del Reino Unido (1994), el valor mínimo recomendado de la relación PUFA/SFA es de 0,45. El ratio PUFA/SFA es difícil de alterar mediante el manejo, ya que depende principalmente de factores genéticos (Raes *et al.*, 2004). No obstante, autores como Webb y O'Neill, (2008) apuntan que una dieta rica en cereal tiene un efecto beneficioso sobre los PUFA y, por tanto, sobre relación PUFA/SFA al aumentar el contenido en ácido linoleico (C18:2n-6c). Los ratios PUFA/SFA de las ganaderías A, B y C de 0,4, 0,33 y 0,35 respectivamente se asemejan a los descritos por Insausti *et al.* (2004) e Indurain *et al.* (2010), especialmente a los de razas como la Parda Alpina (0,32), Retinta (0,36) o Pirenaica (0,39), y son superiores a los expuestos por Scollan *et al.* (2006) y Partida *et al.* (2007) como característicos de la grasa de vacuno alimentado de forma intensiva a base de cereal (0,22 a 0,24).

Asimismo, otro de los índices más importantes desde el punto de vista nutricional es el ratio $\omega 6/\omega 3$, que debe tener un valor inferior a 4 (Departamento de Sanidad y Seguridad Social del Reino Unido, 1994). En las 3 ganaderías estudiadas este ratio supera el doble de lo recomendado, aunque estas proporciones son ligeramente inferiores a las encontradas por otros autores en ganado vacuno alimentado con concentrado (16-25) (Alfaia *et al.*, 2006; Wood *et al.*, 2008; Indurain *et al.*, 2010). Algunos autores como Raes *et al.*, (2004) han logrado mejorar la proporción $\omega 6/\omega 3$ en la grasa intramuscular al incluir en las dietas de los animales componentes tales como aceites y harinas de pescado, semillas de lino o forrajes, ricos en ácidos grasos n-3, ya que según Choi *et al.* (2000) el ratio $\omega 6/\omega 3$ depende en mayor medida de la alimentación que de la base genética del animal. Sin embargo, estudios recientes (McAfee *et al.*, 2010) sugieren que no existen evidencias suficientes de que la reducción de la relación $\omega 6/\omega 3$ mejore la función fisiológica. Por lo tanto, el enfoque debería alejarse de la proporción $\omega 6/\omega 3$ y dar más importancia a cantidades absolutas de ácidos grasos $\omega 6$ y $\omega 3$.

Tras el estudio de la grasa IM, se puede afirmar la existencia de diferencias significativas entre las distintas ganaderías en el contenido de determinados ácidos grasos. Estas diferencias son debidas, principalmente, a que las ganaderías presentaron un nivel de engrasamiento significativamente distinto. No obstante, hubiera sido interesante conocer la alimentación y el sistema de producción de cada

una de ellas, ya que autores como Horcada *et al.* (2012) destacan la importancia de estos factores sobre la composición de la grasa.

En conclusión, la composición de la grasa IM de estos toros es comparable en calidad y valores nutritivos a la de otros rumiantes, y los elevados contenidos de CLA y PUFA, similares a los aportados por Horcada *et al.* (2012) en animales de la misma raza y sacrificados en la misma época del año, sugieren que la carne de los toros de Lidia puede ser una buena alternativa para el consumo humano.

5.2.1.6. Análisis sensorial

PANEL ENTRENADO

Método de referencia (análisis sensorial).

Las características sensoriales de la carne evaluada por el panel entrenado se señalan en la Tabla 35. Como ya se comentó anteriormente estas muestras de carne se cocinaron a la plancha y se consumieron sin ningún tipo de aderezo, de acuerdo con el método descrito en el capítulo de Material y Métodos.

		SENSORIAL PANEL ENTRENADO						
	ANIMALES	T	A	B	C	SEM	F	Sig
OLOR	<i>Intensidad</i>	7,70	8,47	8,30	8,68	0,419	1,009	0,393
	<i>Característico vacuno</i>	7,52	7,38	6,99	7,80	0,478	0,486	0,693
	<i>Hígado</i>	3,07	3,49	3,96	4,19	0,313	2,574	0,060
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	6,96	7,40	7,41	7,70	0,413	0,545	0,653
	<i>Característico vacuno</i>	7,04	6,40	6,33	6,54	0,507	0,404	0,751
	<i>Hígado</i>	2,56	4,05	4,08	4,08	0,434	3,014	0,035
	<i>Sangre</i>	4,35	4,10	3,92	3,93	0,417	0,230	0,876
	<i>Persistencia</i>	6,30	7,09	7,34	7,37	0,301	2,761	0,048
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	6,42	5,47	5,86	5,53	0,370	1,380	0,255
	<i>Dureza</i>	5,97 ^a	6,94 ^{ab}	7,53 ^b	7,29 ^{ab}	0,408	2,839	0,044
	<i>Residuo</i>	8,25	8,00	7,99	7,14	0,457	1,120	0,346
	<i>Fibrosidad</i>	5,27	5,77	6,39	5,84	0,357	1,649	0,185
	<i>Untuosidad</i>	4,09	4,42	5,11	4,83	0,340	1,737	0,166
VALORACIÓN GLOBAL		6,59	6,41	6,21	7,46	0,429	1,651	0,185

Escala de valoración sensorial de 0 a 15 (menor a mayor intensidad)

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 35. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia.

Tras analizar los resultados se observa que el panel entrenado encontró diferencias significativas entre los 4 tipos de carne, una de ellas de ternera, en tres atributos sensoriales: el flavor a hígado ($p=0,035$), la persistencia del flavor ($p=0,048$) y la dureza ($p=0,044$).

En el caso del flavor a hígado, los catadores puntuaron las carnes de ganado de Lidia con valores muy similares (alrededor de 4), siendo menor la intensidad de este flavor en la carne de ternera (2,56). De estos datos se desprende que, aunque ninguna

de las carnes presenta un flavor a hígado muy intenso (se puntúa sobre una escala de 1 a 15), la carne de ganado de Lidia tiene más flavor a hígado que la de ternera ($p<0,05$).

Respecto a la persistencia del flavor, aunque las diferencias se reducen, parece que el flavor de la ternera tiene menos persistencia (6,3) que el de toro de Lidia ($p<0,05$).

Por último, en el atributo dureza se observa la máxima diferencia entre la ternera y la ganadería B (5,97 vs 7,53; $p<0,05$).

Aunque no pueden considerarse estrictamente como diferencias significativas, se ha detectado una tendencia entre las distintas carnes que es importante destacar. El olor a hígado ($p=0,060$) parece ser más intenso en la carne de ganado de Lidia que en la carne de ternera.

Del resto de datos del perfil sensorial, puede concluirse que las características sensoriales de la carne de toro de Lidia difieren poco de las de la carne de ternera Pirenaica ($p>0,05$).

Por lo tanto, el panel entrenado describe la carne de toro de Lidia como una carne de olor intenso (superior a 8) donde predominan los aromas característicos de vacuno (alrededor de 7,5) frente a los de hígado (alrededor de 4), de flavor también intenso (del orden de 7,5) y persistencia media (alrededor de 7), con mayor presencia de sabores característicos a vacuno (del orden de 6,5) que de sangre e hígado (en ambos casos alrededor de 4). En cuanto a la textura, se caracteriza por su dureza media (del orden de 7) y por su media-baja fibrosidad y jugosidad (alrededor de 6).

En la página siguiente se adjunta un gráfico radial (gráfico 1) con el perfil sensorial de las 4 muestras de carne evaluadas por el panel entrenado. En él pueden apreciarse las diferencias comentadas anteriormente, siendo especialmente visibles aquellas que han resultado ser significativas ($p<0,05$), como el flavor a hígado, la persistencia del flavor y la dureza, donde la ternera (línea roja) presenta valores inferiores a los de las 3 ganaderías de Lidia.

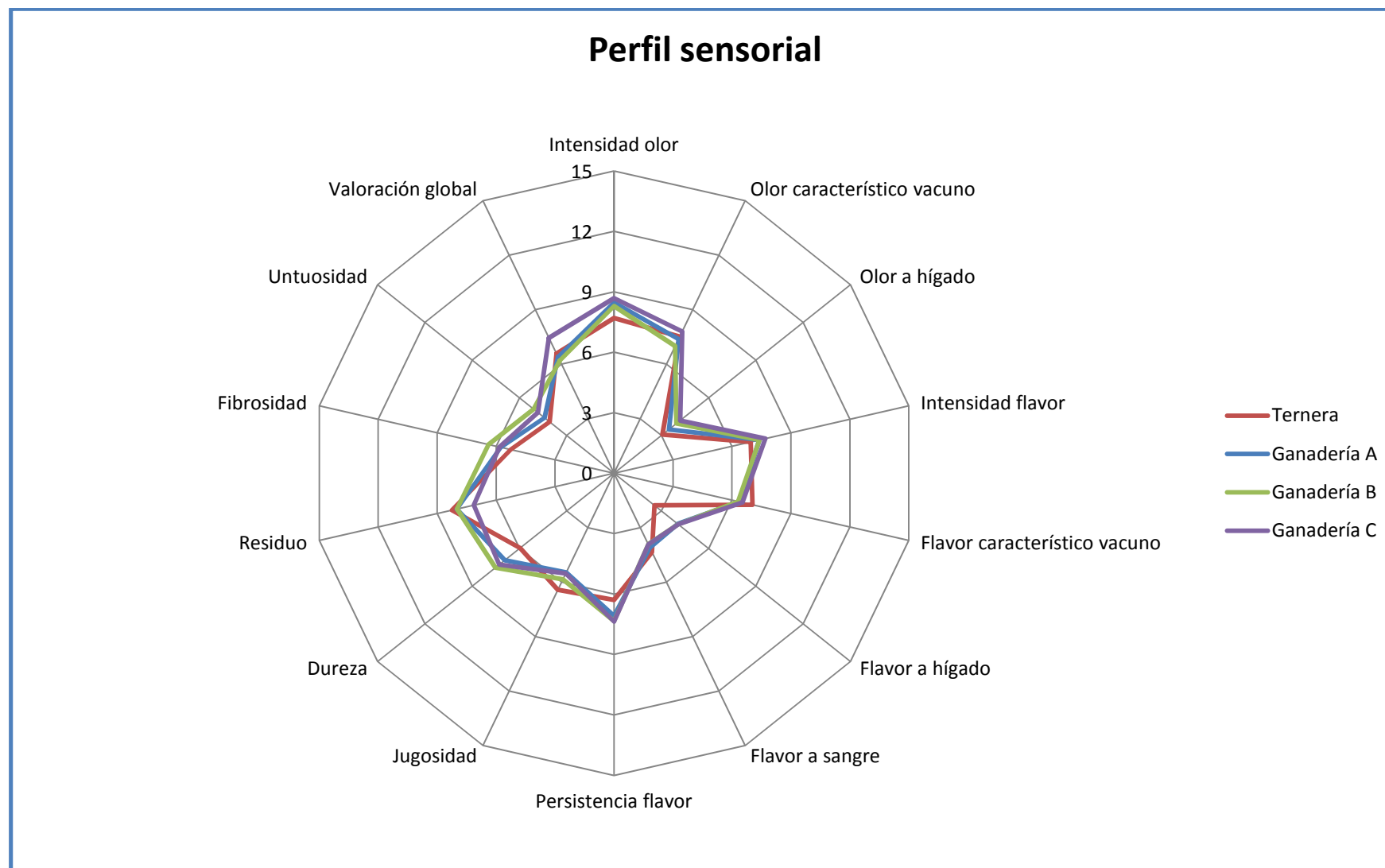


Gráfico 1. Perfil sensorial de la carne elaborado por el panel entrenado según el método de referencia.

Análisis gastronómico.

En las tablas 36 y 37 se detalla la valoración sensorial, realizada por el panel entrenado, de los platos preparados (estofado y carrilleras) por el cocinero Alex Mújica (Restaurante La Perla, Pamplona). En ninguna de las preparaciones se han detectado diferencias significativas entre los distintos tipos de carne.

SENSORIAL PANEL ENTRENADO -ESTOFADO-								
	ANIMALES	T	A	B	C	SEM	F	Sig
OLOR	<i>Intensidad</i>	9,38	9,70	9,98	8,65	0,823	0,488	0,695
	<i>Característico vacuno</i>	6,30	6,60	6,62	6,07	1,410	0,035	0,991
	<i>Hígado</i>	2,13	2,11	2,08	2,29	0,504	0,037	0,990
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	9,23	9,10	8,27	8,65	0,775	0,332	0,802
	<i>Característico vacuno</i>	7,23	8,10	7,27	5,70	1,277	0,605	0,620
	<i>Hígado</i>	2,22	2,14	1,95	2,67	0,624	0,247	0,862
	<i>Sangre</i>	2,95	1,80	2,38	2,20	0,702	0,450	0,720
	<i>Persistencia</i>	8,18	7,94	8,02	7,77	0,726	0,059	0,980
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	8,27	8,88	6,92	8,18	1,041	0,629	0,605
	<i>Dureza</i>	3,87	4,23	4,62	5,17	0,862	0,419	0,743
	<i>Residuo</i>	4,42	5,60	7,10	4,67	0,869	1,952	0,154
	<i>Fibrosidad</i>	7,37	6,28	6,00	7,47	1,013	0,543	0,658
	<i>Untuosidad</i>	5,52	5,85	4,75	5,42	0,706	0,426	0,737
VALORACIÓN GLOBAL		9,67	9,43	8,08	8,68	0,743	0,948	0,436

Escala de valoración sensorial de 0 a 15 (menor a mayor intensidad)

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 36. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne cocinada (estofado) elaborado por el panel entrenado.

En el caso del estofado, los catadores no detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ninguno de los atributos analizados.

En el caso del estofado se puede destacar que todas las carnes proporcionan un olor y flavor intenso, especialmente destacable en la ternera (alrededor de 9). Los sabores característicos de vacuno predominan en todos los platos sobre otros como sangre o hígado, cuyos valores son muy bajos, de forma similar a como ocurre con el olor. En cuanto a los atributos de textura, el cocinar la carne en forma de estofado hace que aumente la jugosidad ya que los catadores han pasado de puntuar la carne a la plancha con valores alrededor de 6 a puntuaciones del orden 8 y se atenúen atributos no deseables como la dureza o el residuo pasando de intensidades de 7-8 a valores 1 o 2 puntos por debajo. Este efecto del tipo de cocinado también se aprecia, aunque de forma menos clara, en la untuosidad y la fibrosidad, que aumentan ligeramente en los estofados.

En la valoración global tampoco se detectaron diferencias significativas, siendo esta puntuación bastante alta, de alrededor de 9.

Además de esta ficha de cata, el panel entrenado utilizó la ficha hedónica que realizó el panel gastronómico. Sus resultados se exponen en la tabla 37. Esta vez los catadores tuvieron que evaluar cómo de agradables les parecieron el olor, el sabor y la

textura de cada uno de los estofados y realizar una valoración global. Los resultados obtenidos concuerdan con los de la ficha anterior.

SENSORIAL PANEL ENTRENADO -ESTOFADO- (Ficha gastronómica)

ANIMALES	T	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>Olor</i>	10,82	11,30	10,58	10,43	0,491	0,596	0,625
<i>Sabor</i>	10,52	11,78	9,90	10,02	0,759	1,289	0,305
<i>Textura</i>	10,55	11,40	8,50	10,05	0,937	1,690	0,201
<i>Valoración global</i>	10,90	11,35	9,20	10,08	0,843	1,264	0,314

Escala de valoración sensorial de 0 a 15 (menos a más agradable)

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 37. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (estofado) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.

En esta valoración, en la que no aparecen diferencias significativas, el panel entrenado valora todos los estofados como de olor y sabor altamente agradable (superior a 10).

En relación a los platos de carrilleras (tabla 38), tampoco existieron diferencias significativas entre los atributos estudiados y las valoraciones fueron generalmente inferiores a las de los estofados, por lo que se pone de manifiesto el efecto culinario en la potenciación de los atributos de la carne, ya que los distintos ingredientes empleados en el plato pueden llegar a enmascarar algunos de ellos e, incluso, a reducir las diferencias entre las distintas carnes.

SENSORIAL PANEL ENTRENADO -CARRILLERAS-

	ANIMALES	T	A	B	C	SEM	F	Sig
OLOR	<i>Intensidad</i>	9,07	7,80	9,42	9,37	0,920	0,678	0,576
	<i>Característico vacuno</i>	5,52	4,13	5,12	5,83	1,244	0,353	0,788
	<i>Hígado</i>	4,92	5,35	5,55	5,00	1,305	0,052	0,984
FLAVOR	<i>Intensidad</i>	7,68	6,57	7,05	7,35	0,801	0,350	0,789
	<i>Característico vacuno</i>	4,70	4,22	4,13	5,53	0,805	0,650	0,593
	<i>Hígado</i>	3,25	3,57	2,87	4,10	0,661	0,623	0,608
	<i>Sangre</i>	1,64	1,96	1,84	2,08	0,421	0,201	0,895
	<i>Persistencia</i>	8,00	7,38	7,25	7,04	0,708	0,340	0,797
TEXTURA	<i>Jugosidad</i>	5,80	6,17	6,48	5,93	1,041	0,083	0,969
	<i>Dureza</i>	2,65	2,40	2,20	3,00	0,621	0,308	0,819
	<i>Residuo</i>	4,43	4,05	4,35	4,72	1,145	0,057	0,981
	<i>Fibrosidad</i>	3,77	4,02	3,93	4,62	0,864	0,184	0,906
	<i>Untuosidad</i>	5,88	6,72	7,18	6,72	0,793	0,465	0,710
VALORACIÓN GLOBAL		6,45	5,63	6,43	6,45	0,551	0,542	0,659

Escala de valoración sensorial de 0 a 15 (menor a mayor intensidad)

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 38. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en los valores del perfil sensorial de la carne cocinada (carrilleras) elaborado por el panel entrenado.

Las carrilleras se caracterizaron por presentar un olor intenso (alrededor de 9) donde, al contrario que en los estofados y en la carne a la plancha, los olores a vacuno se reducen para igualarse a los de hígado (del orden de 5). El flavor pierde intensidad en comparación con el de los estofados (puntuación del orden de 7 frente a 9) y al igual que en el caso del olor los sabores característicos de vacuno disminuyen su intensidad, quizás enmascarados por los aportados por la salsa que acompaña a la carne. En cuanto a la textura, las carrilleras destacan por ser la preparación que obtiene las valoraciones más bajas de dureza (del orden de 2,5), residuo y fibrosidad (alrededor de 4) y la puntuación más elevada de untuosidad (del orden de 6,5), además de presentar una jugosidad similar a la de la carne cocinada a la plancha (alrededor de 6).

Por último, estas diferencias entre preparaciones parecen haber sido lo suficientemente importantes como para verse reflejadas en la valoración global, donde las carrilleras han sido peor puntuadas que los estofados (del orden de 6,25 frente a 9).

Al igual que en el caso del estofado, el panel entrenado también realizó la ficha del panel gastronómico, como puede comprobarse en la tabla 39. Más adelante se compararán los resultados de ambos paneles.

SENSORIAL PANEL ENTRENADO -CARRILLERAS- (*Ficha gastronómico*)

ANIMAL	T	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>Olor</i>	7,87	6,33	7,55	7,88	1,154	0,403	0,752
<i>Sabor</i>	6,83	5,57	5,77	6,73	0,750	0,754	0,533
<i>Textura</i>	6,90	7,05	7,63	7,40	0,909	0,134	0,939
<i>Valoración</i>	7,20	6,42	6,58	7,43	0,551	0,778	0,520

Escala de valoración sensorial de 0 a 15 (menos a más agradable)

SEM: media cuadrática del error. F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 39. Nivel de significación estadístico del efecto ganadería en la evaluación sensorial de la carne cocinada (carrilleras) con ficha hedónica elaborada por el panel entrenado.

Los resultados de esta valoración, en la que el panel entrenado evalúa como de agradable considera el olor, el sabor y la textura de las carrilleras, son análogos a los anteriores y siguen corroborando la hipótesis de que el cocinado de los 4 tipos de carne proporciona 4 platos de carrilleras de características sensoriales similares. Además, permite comprobar que este panel prefirió los estofados a las carrilleras, ya que puntuó todos los atributos sensoriales y la valoración global sobre 3 puntos por encima de estas.

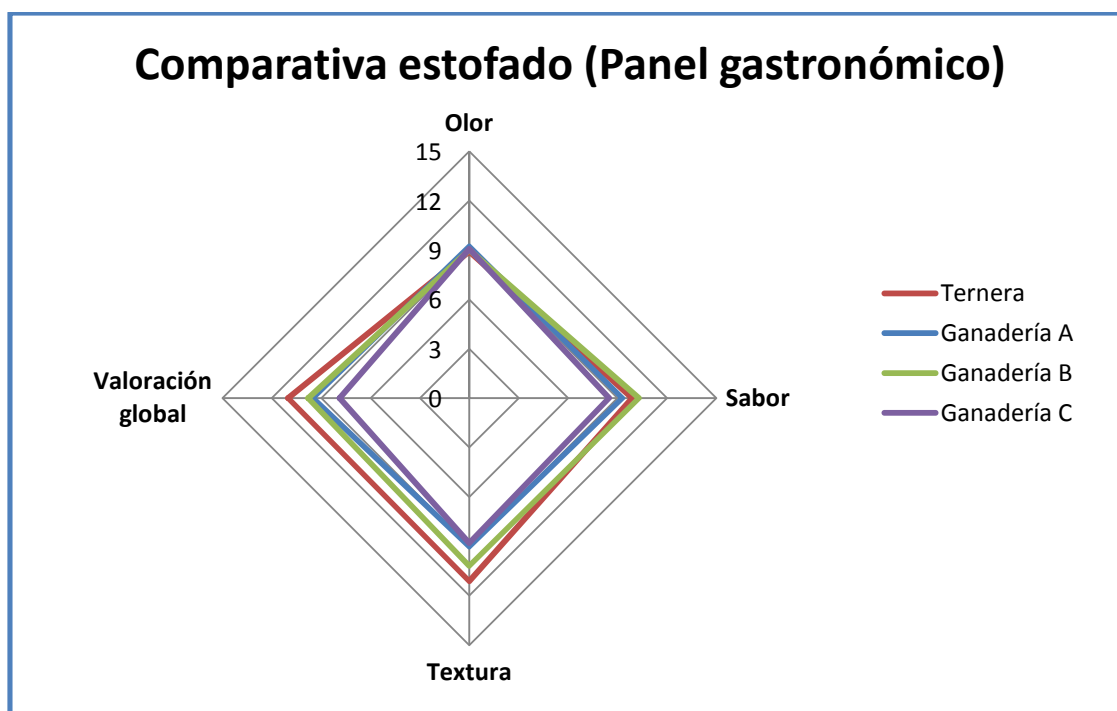


Gráfico 3. Evaluación sensorial de los platos de estofado elaborada por el panel gastronómico.

La principal diferencia que puede observarse entre ambos gráficos es que atributos como el olor y el sabor son mejor valorados por el panel entrenado que por el gastronómico. Esto puede ser debido a que los panelistas entrenados, al ser especialistas experimentados, tengan mayor facilidad para captar matices e intensidades que pasan desapercibidos al panel gastronómico, ya que la mayoría de los componentes del este panel consideraron estas dos características como las más difíciles de evaluar.

Por último, en cuanto a la valoración global, el panel entrenado no encontró diferencias significativas entre los distintos estofados y evaluó los platos con una puntuación superior a 10, mientras que el gastronómico detectó una tendencia (0,097), siendo el estofado de ternera el más agradable (11,02), seguido por los de las ganaderías B (9,78), A (9,52) y C (7,88).

El panel gastronómico no apreció diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los atributos evaluados en las carrilleras (tabla 41), aunque en el caso de la textura parece existir una ligera tendencia ($p=0,116$), siendo la textura de las carrilleras de ternera la mejor valorada (11,46). Las carrilleras obtuvieron unas puntuaciones de olor y sabor similares a las de los estofados (alrededor de 9 y 9,5 respectivamente) y una valoración global elevada (del orden de 10).

ANIMAL	T	A	B	C	SEM	F	Sig
<i>Olor</i>	8,81	7,65	9,34	9,63	0,886	0,992	0,408
<i>Sabor</i>	8,47	9,86	10,13	9,52	0,947	0,588	0,627
<i>Textura</i>	11,46	8,08	9,34	9,23	0,974	2,098	0,116
<i>Valoración</i>	10,76	8,47	10,11	10,46	0,891	1,312	0,284

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.



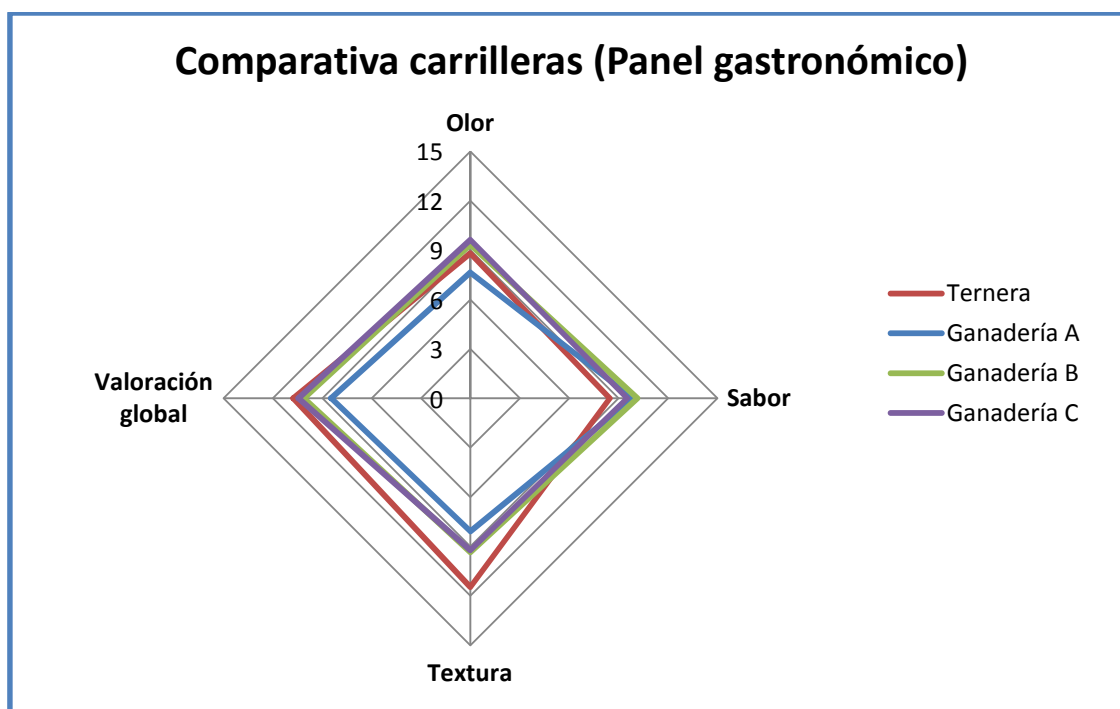


Gráfico 5. Evaluación sensorial de los platos de estofado elaborada por el panel gastronómico.

A la vista de estos gráficos, es importante destacar la gran diferencia entre las valoraciones de los dos paneles, ya que, contrariamente a lo que ocurrió con los estofados, los catadores entrenados puntuaron las carrilleras bastante más bajo que los que formaban el panel gastronómico.

5.2.2. Efecto de la maduración

En los siguientes apartados se estudia el efecto de la maduración de la carne sobre la composición en ácidos grasos y sobre el perfil de textura, ya que son las únicas mediciones que se llevaron a cabo tanto en carne a las 24 horas de sacrificio como en carne madurada 14 días.

Como se indica en el apartado Material y Métodos, se ha aplicado un ANOVA de dos efecto fijos (tiempo de maduración y ganadería) a los valores de color, ácidos grasos y textura.

5.2.2.1. Color

En la tabla 42 se indican los resultados de color para los dos periodos de maduración estudiados, 0 y 14 días.

MADURACIÓN	COLOR							
	0 días				14 días			
	GANADERÍA	A	B	C	F	A	B	C
<i>L</i>		25,09	31,73	30	25,92	35,04	31,66	27,75
<i>a</i>		36,87	21,10	21,75	46,48	23,93	19,44	22,29
<i>b</i>		24,90	9,68	11,71	78,15	12,80	8,15	10,79
								Sig
								0,000
								0,000
								0,000

F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 42. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en las coordenadas de color de la carne de los animales estudiados.

La maduración ha tenido un efecto altamente significativo sobre las tres coordenadas de color estudiadas ($p < 0,001$), además de haber interaccionado en todos los casos con la ganadería.

En la ganadería A, la luminosidad L^* se ha incrementado tras la maduración ($L^*_{0\text{días}} = 25,09$; $L^*_{14\text{días}} = 35,04$), al contrario que en las ganaderías B ($L^*_{0\text{días}} = 31,73$; $L^*_{14\text{días}} = 31,66$), y C ($L^*_{0\text{días}} = 30$; $L^*_{14\text{días}} = 27,75$), donde se ha producido un descenso (gráfico 6).

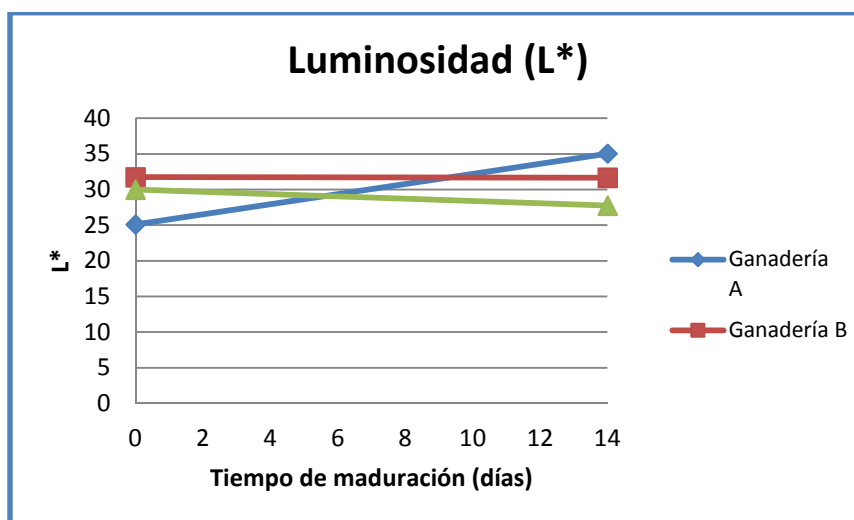


Gráfico 6. Efecto de la maduración en la luminosidad (L^*) de la carne.

En cuanto a la intensidad del color rojo (a^*) su evolución normal en carnes sin problemas de DFD es hacia valores inferiores (Hernández *et al.*, 2006). Esto ocurre en la carne de las ganaderías A ($a^*_{0\text{días}} = 36,87$; $a^*_{14\text{días}} = 23,93$), y B ($a^*_{0\text{días}} = 21,1$; $a^*_{14\text{días}} = 19,44$). Sin embargo, la coordenada a^* de la ganadería C se incrementa ligeramente tras la maduración ($a^*_{0\text{días}} = 21,75$; $a^*_{14\text{días}} = 22,29$) (gráfico 7), aunque su intensidad de color rojo a los 14 días es incluso menor a la de la ganadería A, y su pH final de 5,94, inferior al de la ganadería B, no parece ser lo suficientemente elevado como para provocar problemas de carnes oscuras, duras y secas (DFD).

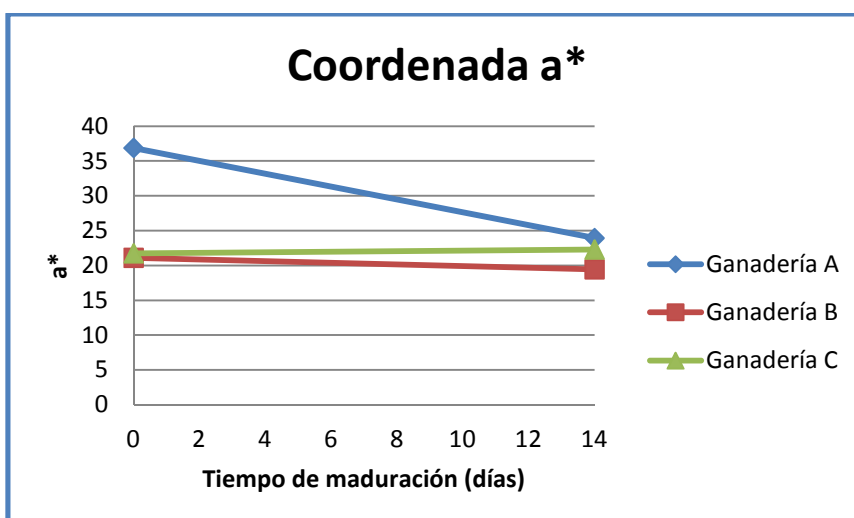


Gráfico 7. Efecto de la maduración en la intensidad del color rojo (a^*) de la carne.

Por último, la coordenada b^* tiene un comportamiento similar en las 3 ganaderías, ya que en todos los casos se produce un descenso (gráfico 8).

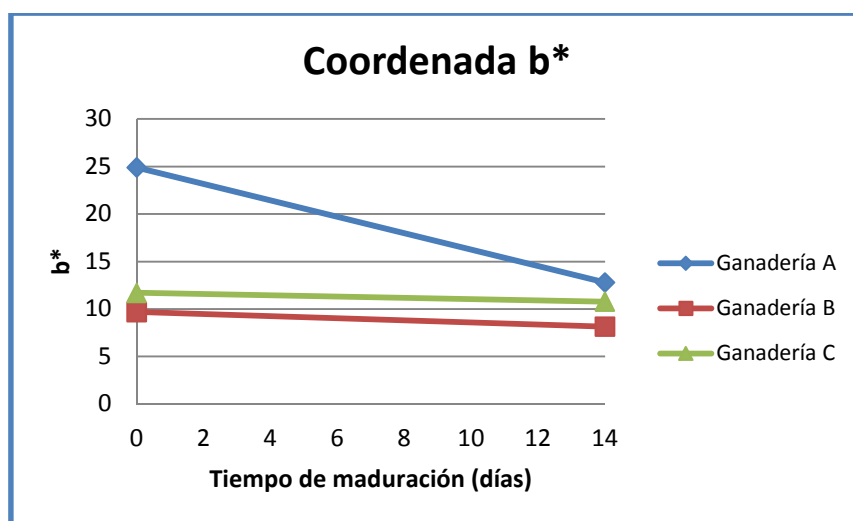


Gráfico 8. Efecto de la maduración en la coordenada b^* de la carne.

5.2.2.2. Composición en ácidos grasos de la carne

En la tabla 43 se presenta el contenido en ácidos grasos totales de la carne para los dos tiempos de maduración analizados, 0 y 14 días.

ÁCIDOS GRASOS TOTALES								
MADURACIÓN	0 días				14 días			Sig
GANADERÍA	A	B	C	F	A	B	C	
CLA	0,472	0,425	0,449	6,01	0,426	0,440	0,426	0,031

MADURACIÓN	0 días	F	14 días	Sig
SFA	45,861	0,002	45,839	0,965
MUFA	37,604	1,007	37,999	0,336
PUFA	16,535	1,249	16,162	0,286
$\omega 3$	1,664	0,910	1,601	0,359
$\omega 6$	14,288	1,195	13,983	0,296
$\omega 6/\omega 3$	8,601	0,687	8,819	0,424

F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 43. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en la composición en ácidos grasos totales de la carne de los animales estudiados.

En ninguno de los ácidos grasos totales existió interacción entre la ganadería y el tiempo de maduración, salvo en el ácido linoleico conjugado (CLA), que además fue el único en el que se detectaron diferencias significativas entre los 2 momentos estudiados ($p=0,031$).

El CLA presentó una disminución de su concentración tras la maduración en las ganaderías A y C, mientras que aumentó su contenido en la ganadería B.

El perfil de ácidos grasos completo se adjunta en la tabla 44 junto con los niveles de significación para la variable maduración.

ÁCIDOS GRASOS								
MADURACIÓN	0 días			F	14 días			Sig
GANADERÍA	A	B	C		A	B	C	
C8:0	0,069	0,042	0,061	13,91	0,049	0,047	0,046	0,003
C13:0	0,039	0,025	0,029	0,863	0,027	0,032	0,028	0,371
C14:1	0,273	0,373	0,251	13,236	0,248	0,262	0,232	0,003
C17:0	0,883	0,664	0,804	0,304	0,717	0,807	0,775	0,591
C18:3ω6 g	0,057	0,040	0,057	0,100	0,051	0,057	0,050	0,758
9,11 CLA	0,380	0,350	0,347	6,637	0,326	0,353	0,350	0,024
10,12 CLA	0,092	0,075	0,102	0,083	0,100	0,087	0,077	0,778
C20:3ω6	0,107	0,089	0,097	0,565	0,091	0,084	0,085	0,467
C24:1	0,039	0,048	0,054	5,126	0,081	0,045	0,051	0,043
C22:5ω3 (DPA)	0,551	0,530	0,644	1,845	0,577	0,533	0,513	0,199

MADURACIÓN	0 días	F	14 días	Sig
C10:0	0,338	0,543	0,323	0,475
C11:0	0,018	2,766	0,023	0,122
C12:0	0,427	0,323	0,397	0,580
C14:0	2,244	11,806	2,058	0,005
C15:0	0,305	10,962	0,269	0,006
C15:1	0,021	3,741	0,027	0,077
C16:0	21,381	0,052	21,511	0,823
C16:1	2,354	3,610	2,134	0,082
C17:1	0,518	2,480	0,475	0,141
C18:0	19,439	0,203	19,529	0,661
C18:1ω9t	0,362	2,133	0,391	0,170
transva	0,610	0,296	0,623	0,597
C18:1ω11t	32,972	2,225	33,691	0,162
C18:1ω9c	0,228	14,759	0,180	0,002
C18:2ω6t	11,372	0,044	11,322	0,837
C20:0	0,110	0,689	0,117	0,423
C18:3ω3 a	0,573	0,000	0,572	0,988
C20:1ω9	0,364	4,563	0,303	0,054
C21:0	0,066	0,004	0,066	0,953
C20:2	0,096	8,589	0,107	0,013
C22:0	0,524	1,305	0,559	0,276
C22:1ω9	0,057	2,989	0,048	0,109
C20:4ω6	2,596	4,001	2,389	0,069
C20:3ω3	0,098	3,307	0,086	0,094
C23:0	0,029	1,443	0,033	0,253
C20:5ω3 (EPA)	0,352	0,233	0,340	0,638
C22:2	0,038	0,247	0,040	0,628
C24:0	0,108	0,104	0,111	0,753
C22:6ω3 (DHA)	0,066	1,127	0,062	0,309

F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 44. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en la composición en ácidos grasos de la carne de los animales estudiados.

En 10 de los ácidos grasos estudiados se ha encontrado existencia de interacción de la ganadería con la maduración y, en cuatro de ellos, se han detectado diferencias significativas entre los distintos tratamientos (0 y 14 días).

La maduración también tuvo un efecto significativo ($p=0,003$) en el ácido miristoléico (14:1) que vio reducido su contenido en las tres ganaderías, aunque de forma mucho más acusada en la B. El ácido rúmenico (9,11 CLA), uno de los ácidos linoleicos conjugados, aumentó en las ganaderías B y C y disminuyó en la A ($p=0,024$), mientras que en el caso del ácido nervónico C24:1 fue en las ganaderías B y C donde se redujo el nivel de ácido y en la A donde aumentó ($p=0,043$).

En el resto de ácidos grasos no se encontró interacción de la maduración con la ganadería, y únicamente en 4 de ellos la maduración tuvo un efecto significativo. El periodo de maduración hizo disminuir el contenido de los ácidos mirístico (C:14), pentadecanoico (C:15) y linoelaidico (C18:2n6t) ($p<0,01$), mientras que aumentó el nivel de ácido docosadienoico C20:2 ($p=0,013$).

Tras este estudio puede concluirse que la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular varía poco tras la maduración, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Insausti *et al.* (2004) y Beriain *et al.* (2011).

5.2.2.3. Textura

Test de compresión Lepetit

El efecto de la maduración sobre los resultados del test de compresión de Lepetit se muestra en la tabla 45.

TEST DE COMPRESIÓN LEPETIT						
MADURACIÓN	0 días		F	14 días		Sig
GANADERÍA	A	B		A	B	
Fuerza 1 (kg)	0,385	0,183	2,161	0,354	0,324	0,145
Fuerza 2 (kg)	1,691	0,779	1,171	1,193	1,046	0,282
Fuerza 3 (kg)	3,634	1,832	13,62	2,494	1,749	0,000
Área-FD 3:4 (kg*cm)	0,420	0,161	1,884	0,318	0,185	0,173
MADURACIÓN	0 días		F	14 días		Sig
Área-FD 1:2 (kg*cm)	0,018		2,555	0,022		0,113
Área-FD 2:3 (kg*cm)	0,102		0,316	0,110		0,576
Fuerza 4 (kg)	4,125		5,518	3,433		0,021
Área-FD 4:5 (kg*cm)	0,490		2,567	0,426		0,112
Fuerza 5 (kg)	6,370		0,513	6,745		0,476
Área-FD 5:6 (kg*cm)	0,706		0,008	0,701		0,928
Área-FD 7:8 (kg*cm)	1,607		0,602	1,512		0,440
Pico máx. (kg)	6,370		0,513	6,745		0,476

F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 45. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en los valores de compresión (método de Lepetit) de la carne de los animales estudiados.

Únicamente se ha detectado un efecto estadísticamente significativo en las variables Fuerza 3 ($p=0,000$) y Fuerza 4 ($p=0,021$). En el caso de la Fuerza 3, existió una

interacción maduración y ganadería, ya que, aunque en ambas (A y B) se produjo un descenso de la fuerza tras la maduración, este fue más acusado en la primera de ellas. Por el contrario, en la Fuerza 4, relacionada con la resistencia de las fibras de colágeno a la compresión, el efecto de la maduración fue idéntico en las 2 ganaderías y también provocó una reducción de la dureza. Por lo tanto, se comprueba que en el caso de la carne fresca, un periodo de maduración de 14 días mejora la textura de la carne al incrementar su ternura.

Fuerza de corte Warner Bratzler

En el caso de la fuerza de corte (tabla 46), no hubo interacción entre la ganadería y la maduración y no se detectaron diferencias significativas entre los 2 tiempos de maduración. No obstante, en la Fuerza 1 parece existir una tendencia de disminución de la dureza con la maduración ($p=0,059$) que corroboraría los resultados del trabajo de Beriain *et al.* (2011), también con carne de ganado de Lidia.

CORTE WARNER BRATZLER				
MADURACIÓN	0 días	F	14 días	Sig
Fuerza 1 (kg)	7,108	3,65	6,609	0,059
Área-FD 1:2 (kg*cm)	5,554	0,895	5,491	0,834

F: F de Fisher. Sig: nivel de significación.

Letras iguales o ausencia de letras: $P > 0,05$; letras diferentes: $P < 0,05$.

Tabla 46. Nivel de significación estadístico del efecto maduración en los valores de fuerza de corte (método de Warner Bratzler) de la carne de los animales estudiados.

5.3. CORRELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EVALUADOS POR EL PANEL ENTRENADO

Se ha estudiado la existencia de correlación entre los atributos valorados por el panel entrenado mediante la utilización de las dos fichas de cata empleadas en el presente estudio. Es decir, la ficha descriptiva utilizada en el método de referencia y la ficha hedónica confeccionada para el panel gastronómico.

En las tablas 47 y 48 se muestran los coeficientes de correlación obtenidos en la cata de estofado. En la primera de ellas (tabla 47) aparecen las correlaciones entre los distintos parámetros de la ficha de cata descriptiva y en la segunda (tabla 48) los coeficientes de correlación de Pearson (r) de la ficha hedónica y los existentes entre ambas fichas.

En el caso de la ficha descriptiva (tabla 47), cabe destacar, por su alto grado correlación y elevada significatividad ($p<0,01$), atributos como el olor y el flavor a hígado (0,832), la jugosidad y la valoración global (0,801) y la intensidad del flavor y la fibrosidad, aunque en este caso la correlación fuera negativa (-0,724).

El olor característico vacuno correlacionó ($p<0,01$), aunque con coeficientes de Pearson (r) algo inferiores, con el olor a hígado (0,689) y con los sabores característicos a vacuno (0,674) y a hígado (0,660).

También se detectaron correlaciones interesantes ($p < 0,01$) entre los atributos texturales, ya que la dureza y la fibrosidad, así como la jugosidad y la untuosidad estuvieron relacionadas de forma positiva con coeficientes de correlación de Pearson de 0,698 y 0,630, respectivamente.

En cuanto a la ficha hedónica (tabla 48), se detectaron 3 correlaciones elevadas y altamente significativas ($p < 0,01$). La textura y el sabor presentaron un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 0,830 y ambas variables se relacionaron positivamente con la valoración global, especialmente la textura (0,933).

También existieron correlaciones entre ambas fichas, ya que el sabor, la textura y la valoración global de la ficha hedónica correlacionaron de forma positiva con la valoración global de la ficha descriptiva, con r de 0,734, 0,687 y 0,756, respectivamente. Además, el sabor de la ficha hedónica correlacionó negativamente ($p < 0,01$) con el flavor a sangre (-0,709) y de forma positiva con un atributo deseable en la carne como la jugosidad (0,658).

En conclusión, se podría afirmar que el panel entrenado evaluó los estofados de forma similar con ambas fichas, ya que texturas, sabores y valoraciones globales calificadas como “agradables” en la ficha hedónica se corresponden con valores elevados de jugosidad y valoración global en la ficha descriptiva.

		OLOR			FLAVOR					TEXTURA					VALORACIÓN GLOBAL
		Intensidad	Vacuno	Hígado	Intensidad	Vacuno	Hígado	Sangre	Persistencia	Jugosidad	Dureza	Residuo	Fibrosidad	Untuosidad	
OLOR	Intensidad	1													
	Vacuno		1												
	Hígado	-0,533**	0,689**	1											
FLAVOR	Intensidad			0,454*	1										
	Vacuno		0,674**	0,618**		1									
	Hígado		0,660**	0,832**		0,438*	1								
	Sangre		0,494*	0,476*			0,524*	1							
	Persistencia				0,613**				1						
TEXTURA	Jugosidad							-0,623**		1					
	Dureza		-0,420*	-0,471*		-0,453*	-0,481*	-0,640**			1				
	Residuo	0,412*		-0,500*		-0,724**	-0,433*					1			
	Fibrosidad										0,698**		1		
	Untuosidad				0,548**					0,630**				1	
VALORACIÓN GLOBAL					0,483*			-0,510*		0,801**		-0,466**		0,484*	1

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 47. Coeficientes de correlación de Pearson (r) de los parámetros del perfil sensorial de los estofados elaborado por el panel entrenado (ficha descriptiva).

		OLOR (Ficha hedónica)	SABOR (Ficha hedónica)	TEXTURA (Ficha hedónica)	VALORACIÓN GLOBAL (Ficha hedónica)
OLOR	Intensidad	0,580**			
	Vacuno				
	Hígado	-0,518**			
FLAVOR	Intensidad		0,478*		
	Vacuno				
	Hígado				
	Sangre		-0,709**	-0,539**	-0,483*
	Persistencia				
TEXTURA	Jugosidad		0,658**	0,595**	0,514*
	Dureza				
	Residuo			0,422*	-0,482*
	Fibrosidad				
	Untuosidad	0,473*	0,478*	0,413*	
	VALORACIÓN GLOBAL		0,734**	0,687**	0,756**
	OLOR (Ficha hedónica)	1			
	SABOR (Ficha hedónica)		1		
	TEXTURA (Ficha hedónica)		0,830**	1	
	VALORACIÓN GLOBAL (Ficha hedónica)		0,760**	0,933**	1

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 48. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las fichas de cata hedónica y descriptiva elaboradas por el panel entrenado en la cata de estofados.

El residuo correlacionó ($p < 0,01$) de forma negativa con el flavor a sangre (-0,687) y, aunque parezca extraño, la jugosidad y la fibrosidad lo hicieron de forma positiva (0,680). Esto puede ser debido a que los catadores encontraron esta preparación poco fibrosa y considerablemente blanda (tabla 38).

Finalmente, las valoraciones globales de ambas fichas también estuvieron relacionadas ($p < 0,01$) de forma positiva (0,685), por lo que se puede concluir que el panel entrenado se comportó de forma similar en la cata de carrilleras al utilizar dos herramientas distintas, una ficha hedónica y otra descriptiva.

		OLOR			FLAVOR					TEXTURA					VALORACIÓN GLOBAL
		Intensidad	Vacuno	Hígado	Intensidad	Vacuno	Hígado	Sangre	Persistencia	Jugosidad	Dureza	Residuo	Fibrosidad	Untuosidad	
OLOR	Intensidad	1													
	Vacuno	0,499*	1												
	Hígado			1											
FLAVOR	Intensidad	0,408*	0,560**		1										
	Vacuno		0,716**	-0,574**		1									
	Hígado		0,503*			0,423*	1								
	Sangre		0,445*	-0,658**				1							
	Persistencia	0,587**			0,557**		0,580**		1						
TEXTURA	Jugosidad		0,682**		0,520**	0,442*	0,423*			1					
	Dureza								-0,501*		1				
	Residuo		-0,448*	0,717**		-0,649**		-0,687**				1			
	Fibrosidad		0,628**		0,416*	0,516*		0,431*		0,680**	0,513*		1		
	Untuosidad			0,474*	0,682**					0,531**				1	
VALORACIÓN GLOBAL					0,655**				0,463*						1

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 49. Coeficientes de correlación de Pearson (r) de los parámetros del perfil sensorial de las carrilleras elaborado por el panel entrenado (ficha descriptiva).

		OLOR (Ficha hedónica)	SABOR (Ficha hedónica)	TEXTURA (Ficha hedónica)	VALORACIÓN GLOBAL (Ficha hedónica)
OLOR	Intensidad				
	Vacuno	0,887**	0,455*		
	Hígado	-0,417*	-0,444*		
FLAVOR	Intensidad	0,578**		0,574**	
	Vacuno	0,739**	0,585**		
	Hígado	0,504*			
	Sangre	0,649**	0,533**	0,432*	
	Persistencia				
TEXTURA	Jugosidad	0,686**		0,540**	
	Dureza			0,744**	
	Residuo	-0,549**	-0,423*		
	Fibrosidad	0,688**	0,596**	0,554**	0,469*
	Untuosidad			0,511**	
	VALORACIÓN GLOBAL			0,434*	0,685**
	OLOR (Ficha hedónica)	1			
	SABOR (Ficha hedónica)	0,585**	1		
	TEXTURA (Ficha hedónica)	0,452*		1	
	VALORACIÓN GLOBAL (Ficha hedónica)		0,813**		1

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 50. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las fichas de cata hedónica y descriptiva elaboradas por el panel entrenado en la catas de carrilleras.

5.4. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO SOBRE LA CARNE DE TORO DE LIDIA

Los miembros de los paneles entrenado y gastronómico realizaron una encuesta sobre la carne de toro de Lidia durante la cata de platos preparados. Este cuestionario va a permitir conocer el contexto de consumo de cada uno de los paneles y analizar si realmente existen diferencias entre ambos.

1. ¿Cuándo consume carne de toro de Lidia?

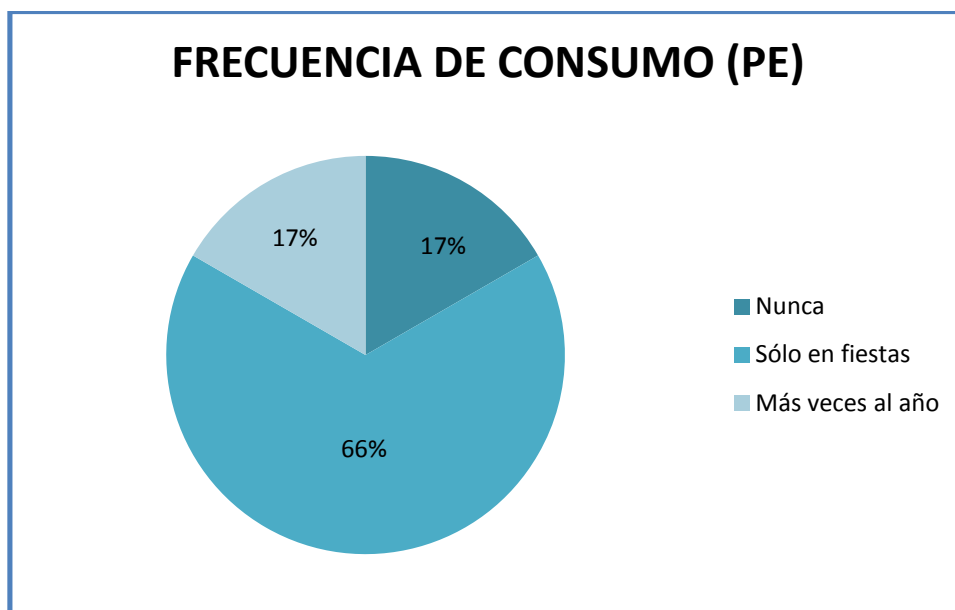


Gráfico 9. Frecuencia de consumo de carne de toro de Lidia de los miembros del panel entrenado.

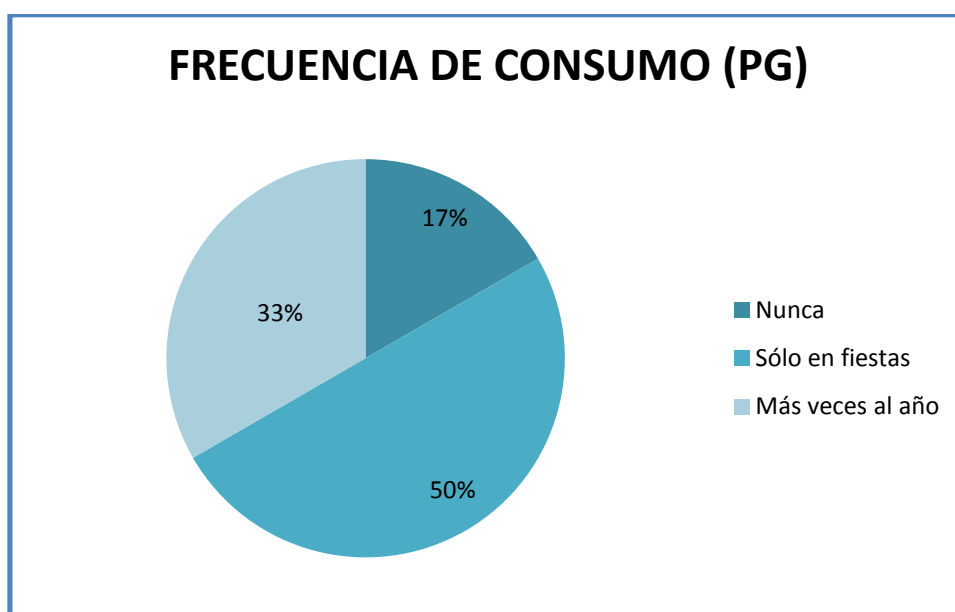


Gráfico 10. Frecuencia de consumo de carne de toro de Lidia de los miembros del panel gastronómico.

Tras observar los gráficos 9 y 10 se observa que, aunque en ambos paneles un 17% de los encuestados afirma no consumir nunca carne de toro de Lidia, un mayor porcentaje del panel gastronómico come este tipo de carne con mayor frecuencia que durante la época de fiestas (33% frente al 17% del panel entrenado), hecho que puede justificarse por la mayor cercanía de estos panelistas al mundo del toro de Lidia.

2. ¿Qué tipo de tratamiento culinario emplea para cocinar o consumir la carne de toro de Lidia?

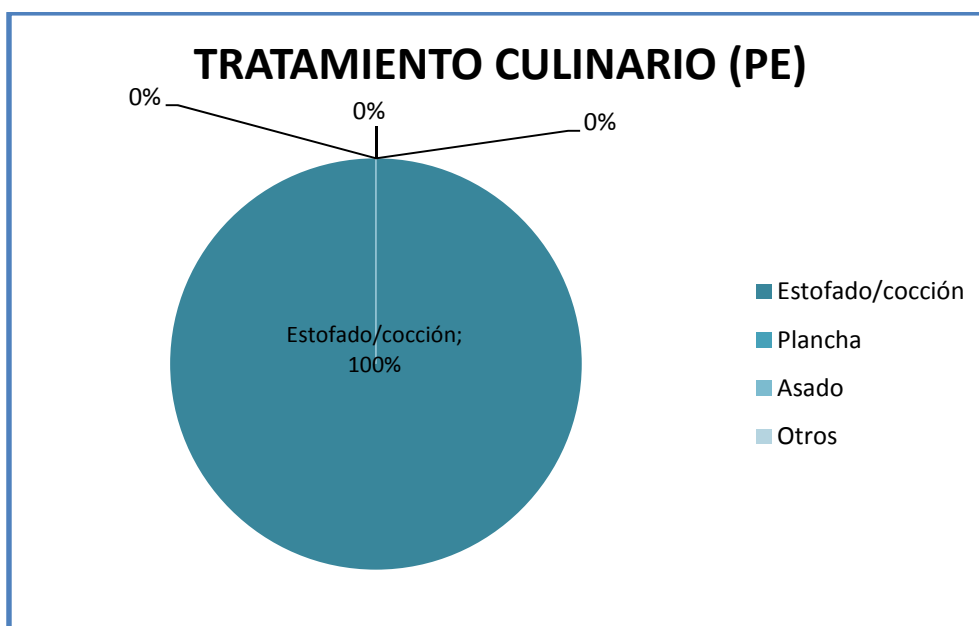


Gráfico 11. Tratamiento culinario más utilizado por el panel entrenado a la hora de consumir o cocinar carne de toro de Lidia.

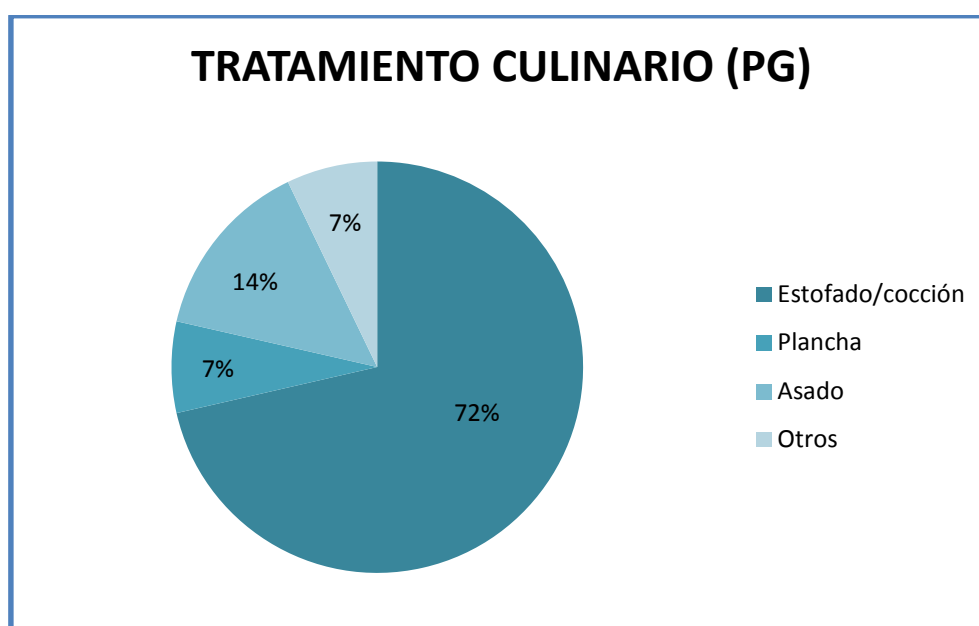


Gráfico 12. Tratamiento culinario más utilizado por el panel gastronómico a la hora de consumir o cocinar carne de toro de Lidia.

Aunque el estofado o cocción es el tratamiento culinario más utilizado por ambos paneles (gráficos 11 y 12), algunos panelistas del panel gastronómico también emplean tipos de cocinado diferentes como la plancha (7%), el asado (14%) u otros (7%).

3. ¿La considera carne diferente de otras carnes?

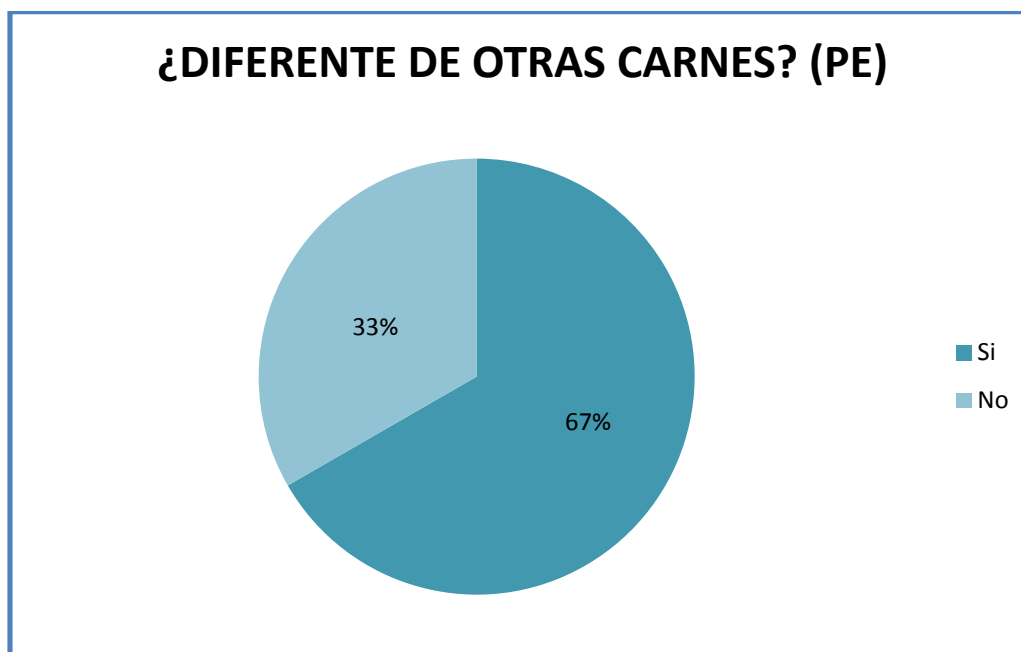


Gráfico 13. Porcentaje de catadores del panel entrenado que considera o no la carne de toro de Lidia diferente de otras carnes.

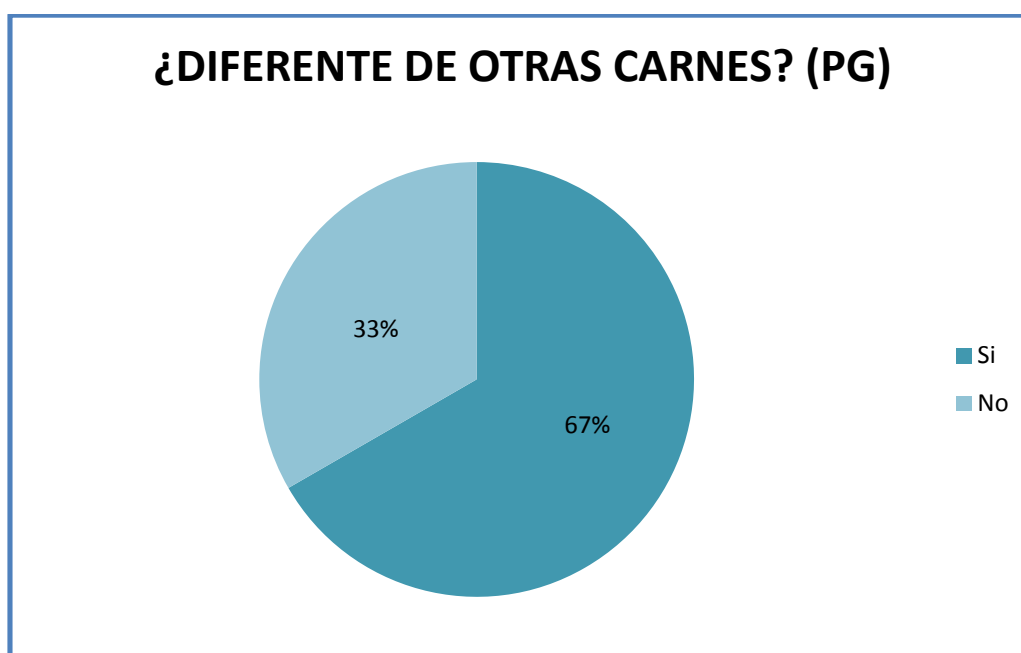


Gráfico 14. Porcentaje de catadores del panel gastronómico que considera o no la carne de toro de Lidia diferente de otras carnes.

En ambos paneles (gráficos 13 y 14) el 67% de los panelistas considera la carne de toro de Lidia diferente de otras carnes, frente al 33% que la considera similar a la de otros animales.

4. Ordene de 1 a 5 por su preferencia las siguientes carnes

Carne de ternera (gráficos 15 y 16):

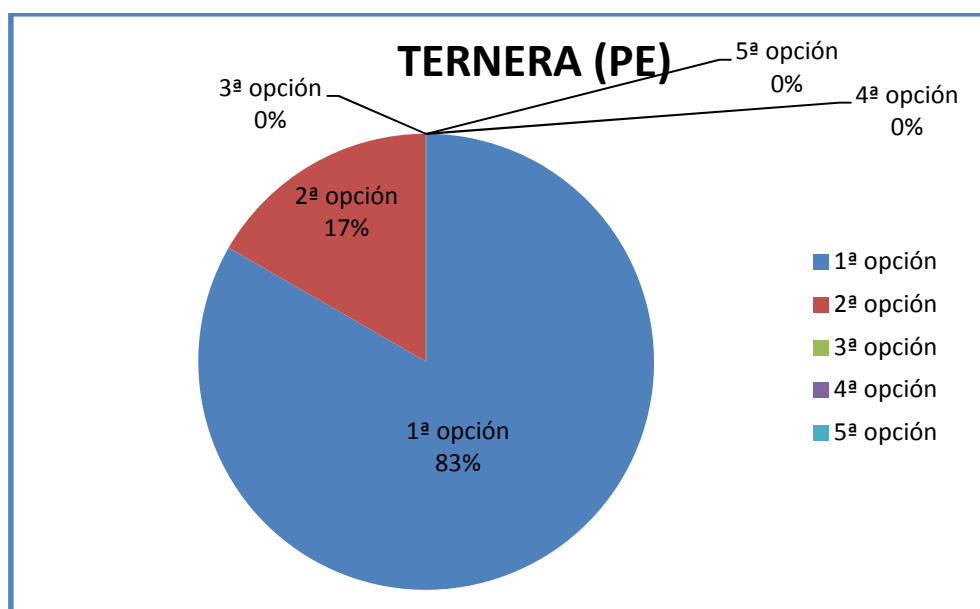


Gráfico 15. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de ternera.

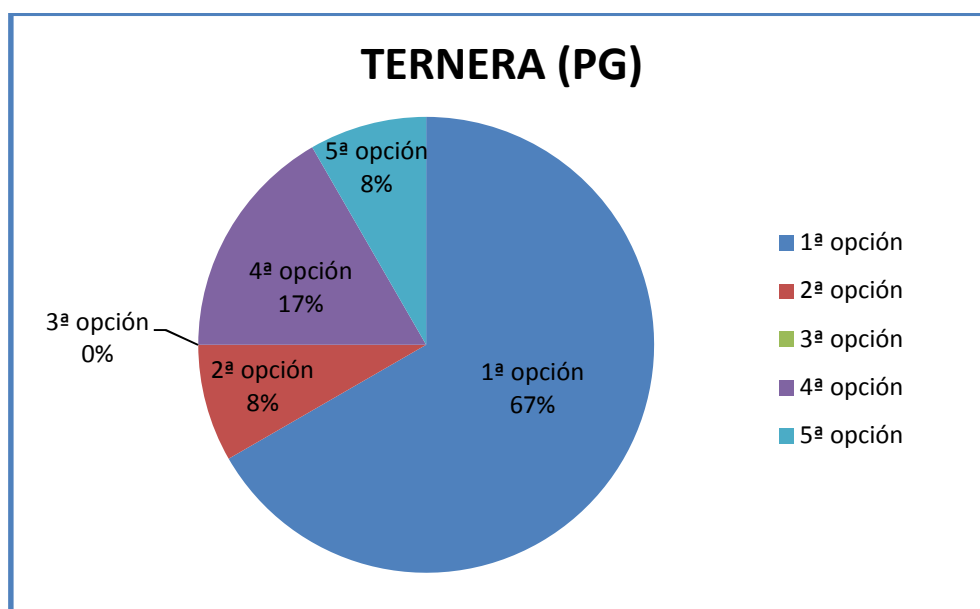


Gráfico 16. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de ternera.

La mayor parte de los catadores de ambos paneles consideraron la carne de ternera como su 1ª ó 2ª opción. Sin embargo, un pequeño porcentaje del panel gastronómico la escogió en 4ª (17 %) ó 5ª (8%) lugar.

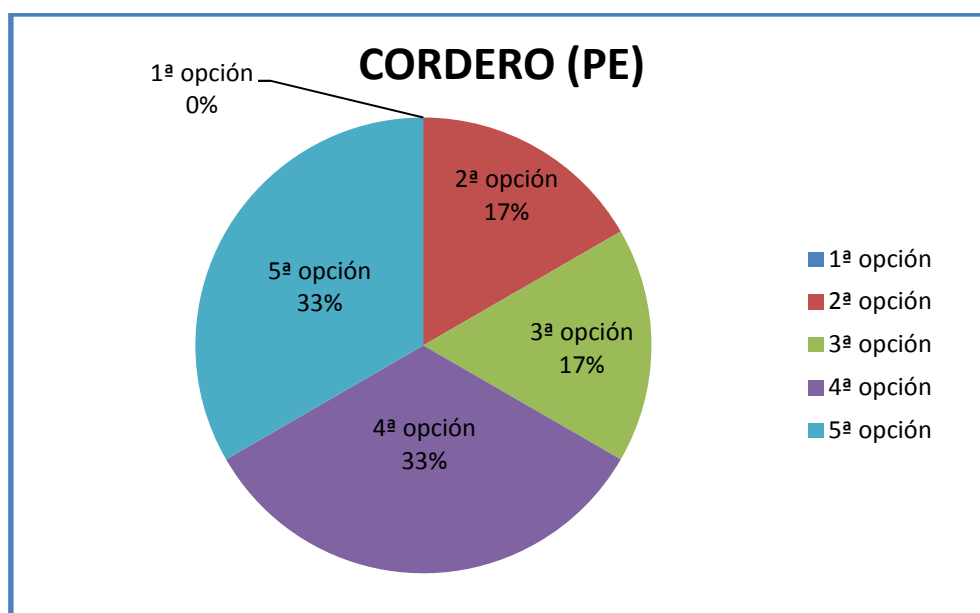
Carne de cordero (gráficos 17 y 18):

Gráfico 17. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de cordero.

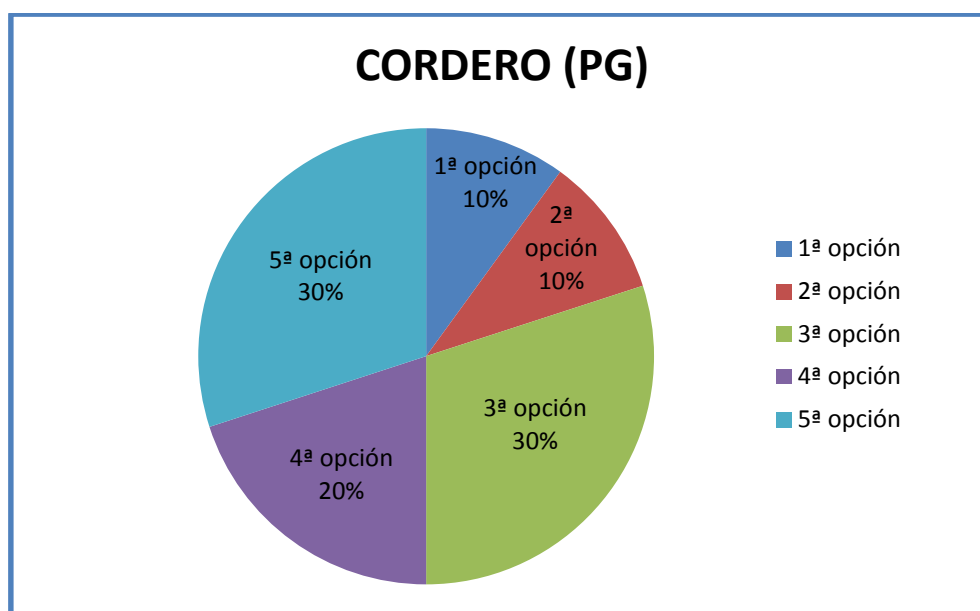
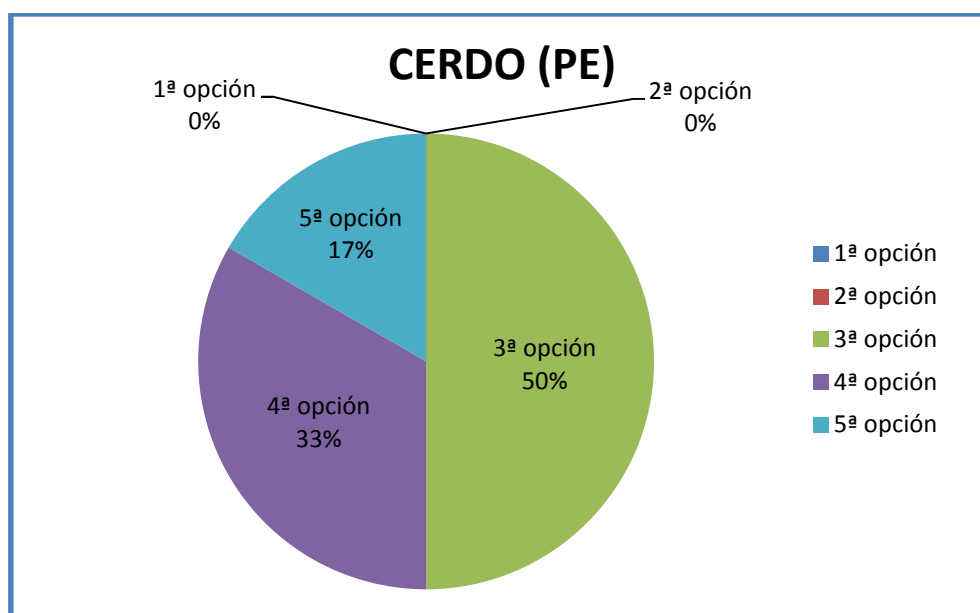
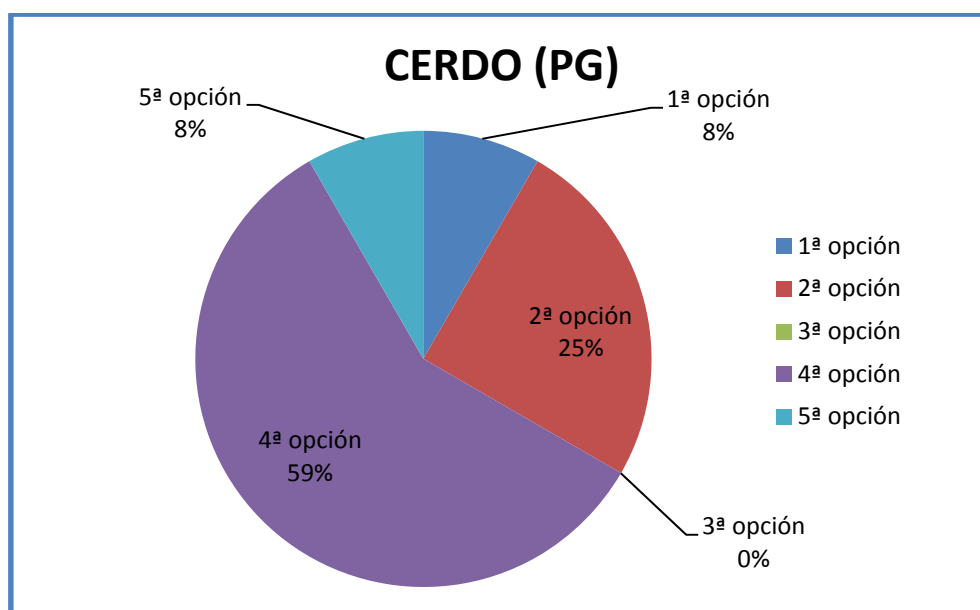
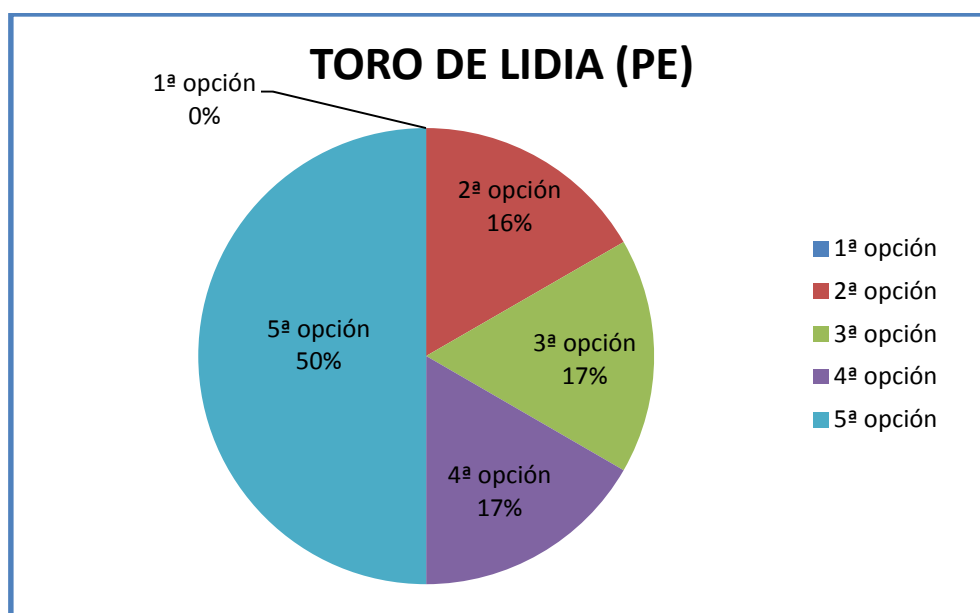
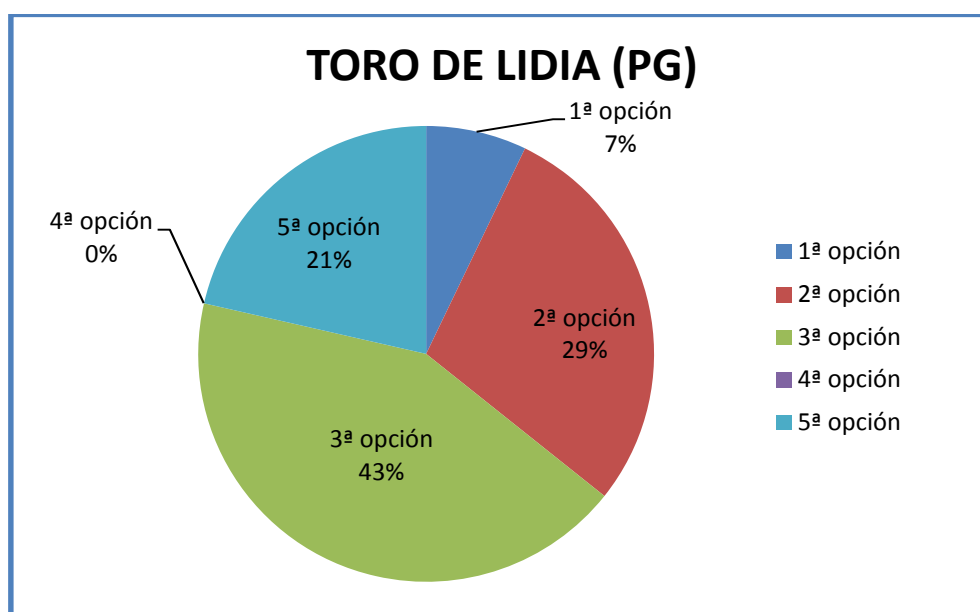


Gráfico 18. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de cordero.

La mayor parte del panel entrenado escogió la carne de cordero como su 4ª (33%) ó 5ª (33%) preferencia, mientras que el resto la consideró como 2ª (17%) o 3ª (17%) opción. Ningún catador de este panel la escogió en 1ª posición, al contrario que en el panel gastronómico, donde un 10 % la consideró como su carne preferida. Otro 10 % la valoró como su 2ª opción, aunque las posiciones más votadas por este panel fueron la 3ª (30%), la 4ª (20%) y la 5ª (30%).

Carne de cerdo (gráficos 19 y 20):**Gráfico 19. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de cerdo.****Gráfico 20. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de cerdo.**

En el caso de la carne de cerdo, ningún miembro del panel entrenado la eligió como su 1ª ó 2ª opción y la posición más votada fue la 3ª (50%). El resto del panel la evaluó como su 4ª (33%) ó 5ª (17%) elección. En cuanto al panel gastronómico, aunque un pequeño porcentaje votó esta carne como su 1ª (8%), 2ª (25%) ó 5ª (8%) opción, la mayoría coincidió en designarla como su 4ª (59%) preferencia.

Carne de toro de Lidia (gráficos 21 y 22):**Gráfico 21. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de toro de Lidia.****Gráfico 22. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de toro de Lidia.**

En el caso de la carne de toro de Lidia se aprecian diferencias bastante claras entre ambos paneles. La mayor parte de los catadores del panel gastronómico votó esta carne en posiciones elevadas como 3ª (43%), 2ª (29%) e incluso un 7% del panel la escogió como 1ª, frente a un 21% que la consideró su 5ª elección. Sin embargo, ningún catador del panel entrenado consideró la carne de toro como su carne preferida y la mitad del panel la escogió como su última opción. El resto de posiciones 2ª, 3ª y 4ª obtuvieron puntuaciones similares (16-17%).

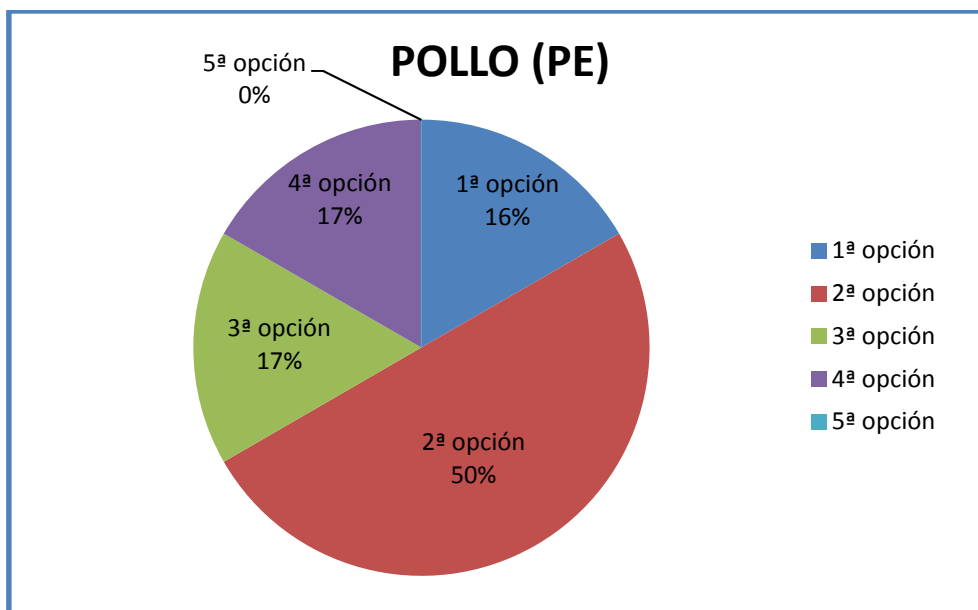
Carne de pollo (gráficos 23 y 24):

Gráfico 23. Opinión del panel entrenado respecto a la carne de pollo.

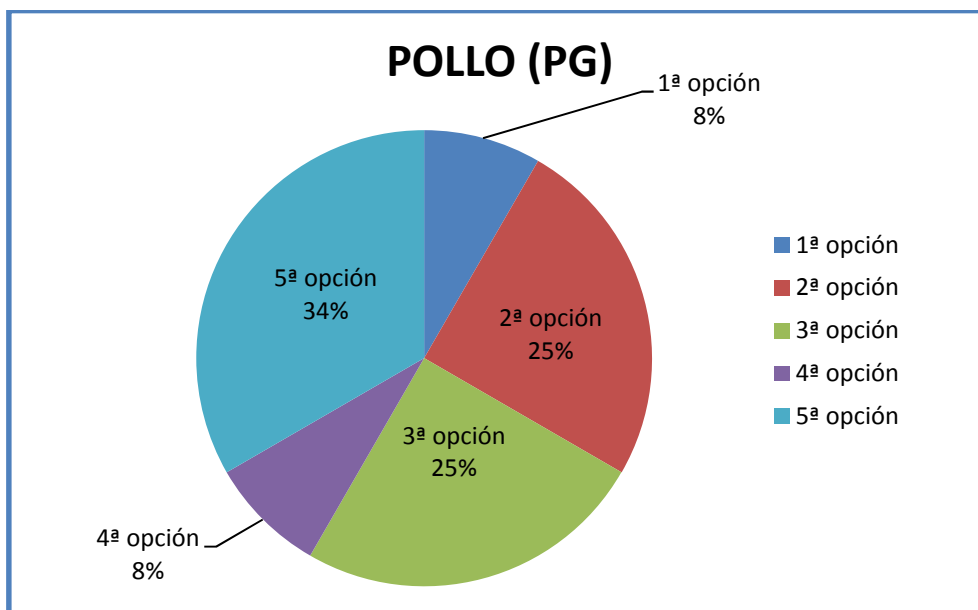


Gráfico 24. Opinión del panel gastronómico respecto a la carne de pollo.

Por último, la carne de pollo fue mejor valorada por el panel entrenado, ya que ningún catador la votó como última opción y la mitad del panel la consideró su 2ª elección. El resto del panel la votó como 1ª (16%), 3ª (17%) ó 4ª (17%). Por el contrario, gran parte del panel gastronómico (34%) valoró esta carne como la que menos les gustaba. Las siguientes posiciones más votadas fueron la 2ª (25%) y la 3ª (25%) seguidas por la 1ª (8%) y la 4ª (8%).

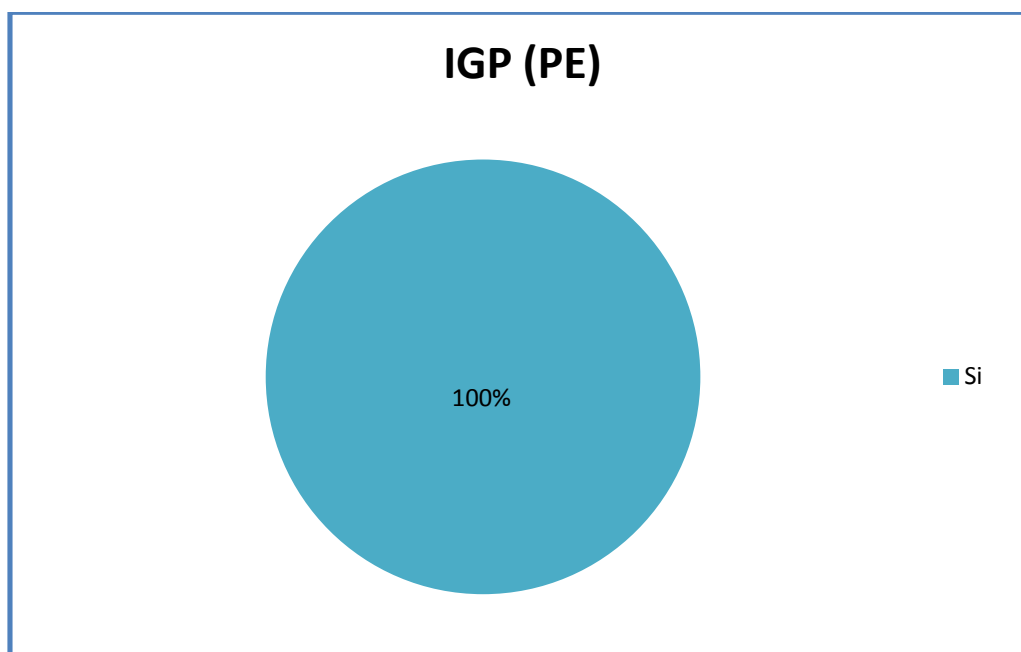
5. ¿Cree que debería comercializarse como una marca de calidad (IGP)?

Gráfico 25. Opinión del panel entrenado sobre la implantación de una IGP de carne de toro de Lidia.

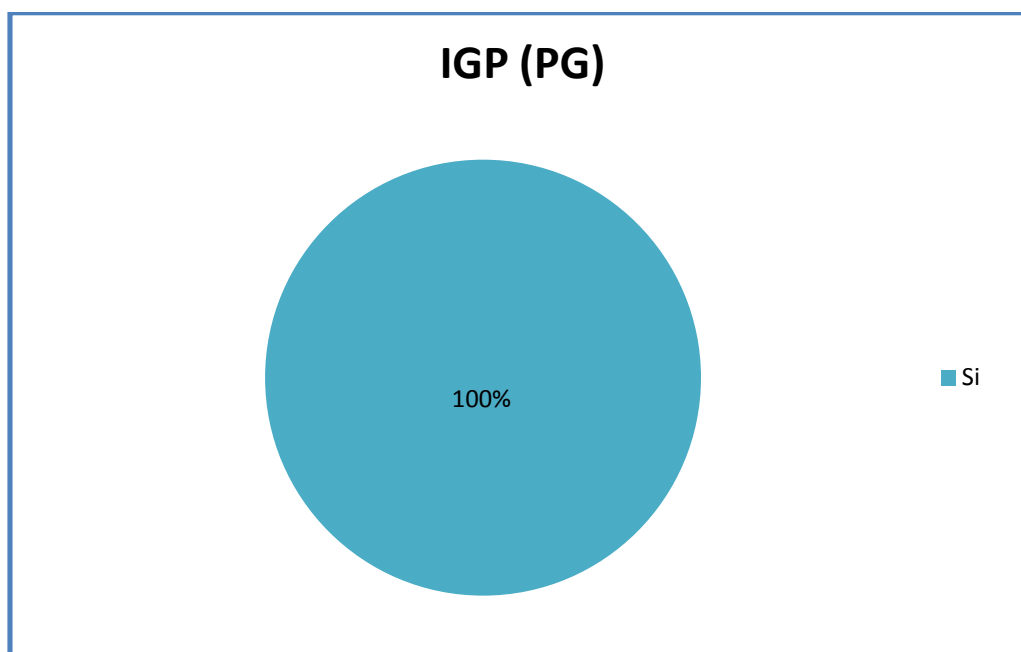


Gráfico 26. Opinión del panel gastronómico sobre la implantación de una IGP de carne de toro de Lidia.

El 100 % de los panelistas encuestados considera que la carne de toro de Lidia debería comercializarse como una marca de calidad (IGP).

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar en relación a la carne de vacuno?

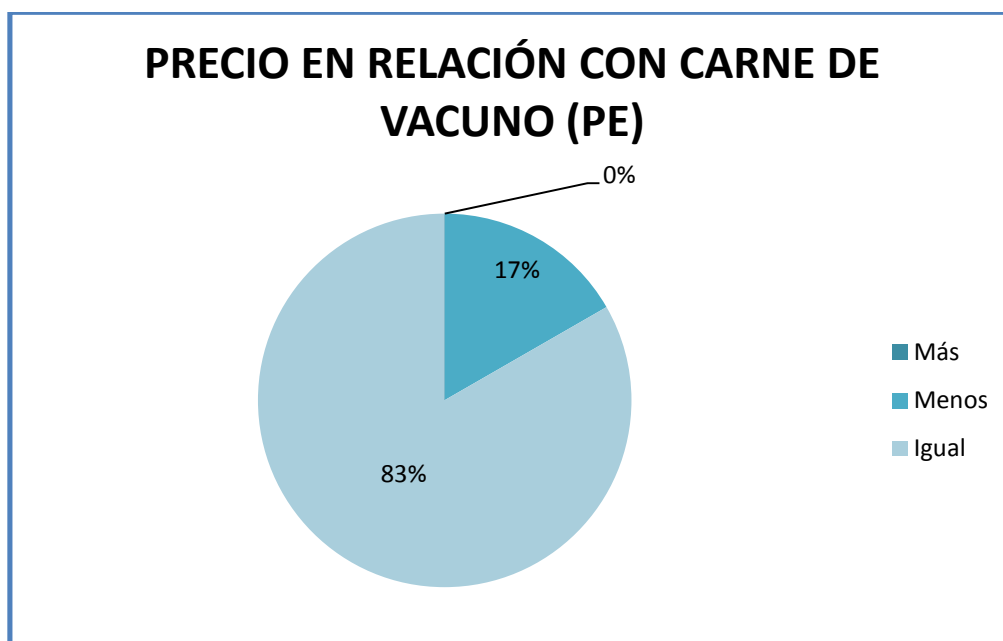


Gráfico 27. Precio que estaría dispuesto a pagar el panel entrenado por la carne de toro de Lidia en relación con el de la carne de vacuno.

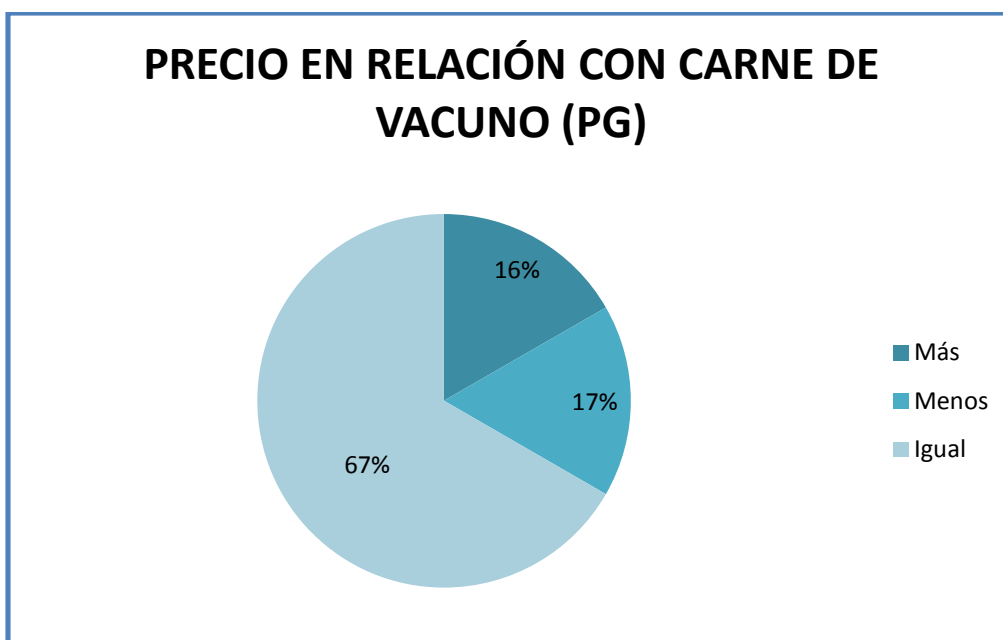


Gráfico 28. Precio que estaría dispuesto a pagar el panel gastronómico por la carne de toro de Lidia en relación con el de la carne de vacuno.

Ningún catador del panel entrenado pagaría más por la carne de toro de Lidia que por la de vacuno, por el contrario un 16 % del panel gastronómico si estaría dispuesto a hacerlo. La mayor parte del panel entrenado (83%) pagaría lo mismo por ambas carnes, al igual que la mayoría del panel gastronómico (67%). En ambos paneles un 17 % de los encuestados afirman que sólo comprarían carne de toro de Lidia si su precio fuera inferior al de otras carnes de vacuno.

Tras el análisis de los cuestionarios puede concluirse que el panel gastronómico está más familiarizado con este tipo de carne, ya que la consume con mayor frecuencia y con distintos tipos de cocinado. Además, un mayor porcentaje de este panel escogió la carne de toro de Lidia como 1ª, 2ª o 3ª opción de entre 5 carnes diferentes, en contraposición a lo ocurrido con el panel entrenado.

No obstante, estas diferencias no son excesivamente acusadas, probablemente debido a que Pamplona es una zona donde la cultura taurina está muy arraigada y donde es muy común que, durante las fiestas de San Fermín, gran parte de la población consuma carne de toro de Lidia, principalmente cocinada como estofado.

Como consecuencia de este contexto social y cultural ambos paneles coincidieron en sus opiniones sobre si la carne de toro es diferente de otras carnes y sobre si ésta debería comercializarse bajo una marca de calidad. Sin embargo, una parte del panel gastronómico estaría dispuesta a pagar más por la carne de toro de Lidia que por la de otro vacuno, lo que permite suponer que para ellos consumir este producto implica una serie de sensaciones y emociones positivas que compensan el incremento del precio.

CONCLUSIONES

6.CONCLUSIONES

Con el material y métodos empleados en el presente estudio sobre la calidad de la carne de toro de Lidia, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La carne de toro de Lidia se caracteriza por presentar un bajo nivel de engrasamiento y una composición en ácidos grasos similar a la de otras razas bovinas, pero con un mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), que hace que este tipo de carne sea buena para la salud humana.
2. El estrés emocional al que se ven sometidos los toros durante la lidia, junto con el intenso ejercicio físico que realizan durante la misma, se traducen en un incremento del pH final de la carne, pero que no es suficiente para provocar carnes DFD.
3. La carne de toro de Lidia, en general, se caracteriza por mostrar un intenso color rojo oscuro que, tras un periodo de maduración de 14 días, va evolucionando a un color rojo menos intenso.
4. La carne fresca de toro de Lidia se caracterizó por la baja resistencia a la compresión de su componente miofibrilar, en comparación con otras carnes de vacuno. No obstante, la carne cocinada fue más dura que la de vacunos jóvenes de otras razas españolas, posiblemente debido a la naturaleza y cantidad del colágeno de los toros de Lidia.
5. Las características especiales de la carne de toro de Lidia, así como su elevada edad de sacrificio y su alto desarrollo muscular, provocan que, para obtener un perfil de textura propio de carnes tiernas, sean necesarios periodos de maduración de por lo menos 14 días.
6. El panel entrenado encontró diferencias sensoriales entre la carne de toro de Lidia y la carne de ternera, únicamente, cuando el tratamiento culinario fue el de referencia.
7. El perfil sensorial de la carne de toro de Lidia obtenido a partir de un panel entrenado describe esta carne como un alimento de olor y flavor intensos, donde predominan los aromas característicos de vacuno frente a los de hígado.
8. El panel entrenado evaluó de forma similar los platos preparados (estofados y carrilleras) utilizando dos herramientas de análisis diferentes, es decir, una ficha de cata hedónica y una ficha de cata descriptiva.
9. El panel gastronómico se encuentra más familiarizado con la carne de toro de Lidia que el panel entrenado. Sin embargo, al haberse realizado este estudio en una zona de cultura taurina muy arraigada -Pamplona-, estas diferencias no son excesivamente acusadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. *Análisis sensorial: guía para la instalación de una sala de cata*. UNE 87004:1979. AENOR, 1979.
- AENOR. *Análisis sensorial: metodología: prueba “A” - No “A”*. UNE 87016:1986. AENOR, 1986.
- AENOR. *Análisis sensorial: metodología: prueba de comparación por parejas*. UNE 87005:1992. AENOR, 1992.
- AENOR. *Análisis sensorial: metodología: prueba triangular*. UNE 87006:1992. AENOR, 1992.
- AENOR. *Análisis sensorial: metodología: prueba dúo-trío*. UNE 87010:1993. AENOR, 1993.
- ALFAIA, C.M., RIBEIRO, V.S., LOURENÇO, M.R., QUARESMA, M.A., MARTINS, S.I., PORTUGAL, A.P., FONTES, C.M., BESSA, R.J., CASTRO, M.L., PRATES J.A. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana- DO specifications. *Meat Science*, 2006, vol. 72, nº 3, pp. 425–436.
- ALONSO DE LA VARGA, M.E., ASOCIACIÓN DE VETERINARIOS TAURINOS FRANCESES, GALLEGO, I., GONZÁLEZ, J.R., GONZALO, J.M., LOMILLOS, J.M., SAN ROMÁN, F., SANZ, E. *Estudio sobre los efectos del enfundado en los cuernos del toro de Lidia*. Proyecto de Investigación. Asociación de Veterinarios Especialista Taurinos de España (AVET) y Facultad de Veterinaria de León, febrero 2013.
- AMERLING, C. *Tecnología de la carne: antología*. 1ª ed., Costa Rica: EUNED, 2001. ISBN 978-9968-31-108-3
- ANZALDÚA-MORALES, A. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994.
- ANZALDÚA-MORALES, A., LEVER, C., VERNON, E.J. Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura. *Tecnología Alimentaria*, 1983, vol.18, nº 5, pp. 4-9.

- ARANA, A., INSAUSTI, K. Calidad y Mejora de los Productos Ganaderos. Calidad de la carne. Ingeniería Agrónoma, UPNA, 2012.
- BAILEY, A.J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. *Journal of Animal Science*, 1985, vol. 60, nº 6, pp. 1580-1587.
- BELLO, J. Capítulo 2. Carnes y derivados. En: GIL, A [et al.]. *Tratado de Nutrición. Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2010, pp. 27-55.
- BENDALL, J.R. *Post mortem* changes in muscle. En: HOWARD, G. *The Structure and Function of Muscle*. New York: Academic Press, 1961.
- BERIAIN, M.J.; HORCADA, A.; LIZASO, G.; INSAUSTI, K.; PURROY, A.: Meat quality from fighting bulls in Spain. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 2011, vol. 21, nº 1, pp. 88-95.
- BERIAIN, M.J., LIZASO, G. Calidad de la carne de vacuno. En: BUXADÉ C. *Vacuno de carne: aspectos claves*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997, pp. 493-510.
- BERIAIN, M.J., PURROY, A. Calidad de la carne de toro bravo. En: PURROY, A. [et al.]. *I Jornada sobre Ganado de Lidia*. Universidad Pública de Navarra, 1999.
- BETT, K.L. Measuring sensory properties of meat in the laboratory. *Food Technology*, 1993, nº 47, pp. 121-126.
- BOLEMAN, S. J., BOLEMAN, S. L., MILLER, R. K., TAYLOR, J. F., CROSS, H. R., WHEELER, T. L., KOOHARAIE, M., SHACKELFORD, S.D., MILLER, M.F., WEST, R.L., JOHNSON, D.D., SAVELL, J.W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, 1997, nº 75, pp. 1521–1524.
- BRATZLER, L.J. Determining the tenderness of meat by the use of the Warner-Bratzler method. *Proceedings of the 2nd Annual Reciprocal Meat Conference*, 1949, pp. 1-17.
- BRATZLER, L.J. *Measuring the tenderness of meat by mechanical shear*. Thesis. Kansas State College, Manhattan (USA), 1932.
- BREWER, S., NOVAKOFSKI, J. Consumer Sensory Evaluations of Aging Effects on Beef Quality. *Journal of Food Science*, 2008, vol. 73, nº 1, pp. 78-82.

- BREWER, M.S. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. *Meat Science*, 2012, vol. 91, nº 4, pp. 385-395.
- CABALLERO DE LA CALLE, J.R. Diseño de explotaciones de ganado bravo. *Mundo Ganadero*, octubre, 2001, nº 137, pp. 40-46.
- CABALLERO DE LA CALLE, J.R. Producción de carne de toro de lidia. *Mundo Ganadero*, 2002, nº 149, pp.18-21.
- CABALLERO DE LA CALLE, J.R., RODRIGUEZ, L.E., RUIZ, T. Aproximación al problema de la comercialización de la carne de reses de lidia. *IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*, Salamanca, Noviembre, 2002.
- CAMPO, M.M., SANTOLARIA, P., SAÑUDO, C., LEPETIT, J., OLLETA, J.L., PANEA, B., ALBERTI, P. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*, 2000, vol. 55, nº 4, pp. 371-378.
- CAMPO, M.M., NUTE, G.R., HUGHES, S.I., ENSER, M., WOOD, J.D., RICHARDSON, R.I. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 2006, vol. 72, nº 2, pp. 303-311.
- CAÑÓN, J., FERNÁNDEZ, J. Origen y encastes del toro de lidia actual. Capítulo I. Análisis genético. Capítulo II. Análisis histórico. Universidad Complutense de Madrid, 2007.
- CARBALLO, B., LÓPEZ DE TORRE, G. *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Extremadura, 1991.
- CARDELLO, A.V. *Effects of sample size and prior masticatory stimulation on texture judgements*. IFT Annual Meeting. New Orleans, 1988.
- CARLIN, A.F., HARRISON, D.L. *Cookery and sensory methods used in experimental studies on meat*. National Live Stock and Meat Board, Chicago, 1978.
- CHAMBERS, P.G., GRANDIN, T. *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. 1ª ed.: Gunter HEINZ, G. y THINNARAT, S. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, 2001.

- CHAN, W.K.M., HAKKARAINEN, K., FAUTSMAN, C., SCHAEFER, D.M., SCHELLER, K.K., LIU, Q. Color stability and microbial growth relationships in beef as affected by endogenous α -tocopherol. *Journal of Food Science*, 1995, vol. 60, nº 5, pp. 966-971.
- CHAN, W.K.M., HAKKARAINEN, K., FAUTSMAN, C., SCHAEFER, D.M., SCHELLER, K.K., LIU, Q. Dietary vitamin E effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. *Meat Science*, 1996, vol. 42, nº 4, pp. 387-399.
- CHOI, N.J., ENSER, M., WOOD, J.D., SCOLLAN, N.D. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Animal Science*, 2000, vol. 71, nº 3, pp. 509-519.
- CHRISTENSEN, M, ERTBJERG, P., FAILLA, S., SAÑUDO, C., RICHARDSON, R.I., NUTE, G.R., OLLETA, J.L., PANEA, B., ALBERTÍ, P., JUÁREZ, M., HOCQUETTE, J.F., WILLIAMS, J.L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, 2011, vol. 87, nº 1, pp. 61-65.
- CHRYSTALL, B.B., DEVINE, C.E. Electrical stimulation: its early development in New Zeland. *Advances in Meat Research*, 1985, nº 1, pp. 73-119.
- CIE (Commission International de l'Eclairage) 1986. Colorimetry, 2nd Ed. Viena.
- COMA, J., PIQUER, J. Efecto de la nutrición. En: GARCÍA, P., DE BLAS, C., GONZÁLEZ, G. *XV Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1999, pp. 197-222.
- CORTÉS, O., DUNNER, S., GARCÍA-ATANCE, M.A., GARCÍA, D., CAÑÓN, J. Matrilíneas en la formación del ganado bovino de Lidia. *Archivos de Zootecnia*, 2007, vol. 56, sup. 1, pp. 397-402.
- COSTELL, E. Y DURÁN, L. El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. I. Introducción. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. IV. Realización y análisis de datos. *Revista de Agroquímica y Tecnología de alimentos*, 1981, nº 21 y 22.

- COVER, S., BANNISTER, J. A., KEHLENBRINK, E. Effect of four conditions of cooking on the eating quality of two cuts of beef. *Journal of Food Science*, 1957, vol. 22, pp. 635-647.
- CRAMER, D.A. Chemical compounds implicated in lamb flavor. *Food Technology*, 1983, nº 35, pp. 264-268.
- CROSS, H.R., DURLAND, P.R., SEIDEMAN, S.C. 1986. Sensory Qualities of Meat. En: BECHTEL, P.J. *Muscle as Food. Food Science and Technology*. Nueva York: Academic Press Inc., 1986.
- CROSS, H.R., MOEN, R., STANFIELD, M.S. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Technology*, 1978, nº 32, pp. 48-55.
- CROSS, H.R., STANFIELD, M.S., ELDER, R.S. Comparison of roasting versus broiling on the sensory characteristics of beef *longissimus*. *Journal of Food Science*, 1979, vol. 44, pp. 310-314.
- CROUSE, J.D. The effects of breed, sex, slaughter, weight and age on lamb flavor. *Food Technology*, 1983, nº 37, pp. 264-269.
- DAS GRAÇAS, R., APARECIDA, J., BARROS, F., YURIKA, I., NUNES, I., VERGILIO, J., EVELÁZIO, N., MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*, 2006, nº 74, pp. 242-248.
- DE LAS HERAS, J. *Caracterización físico-química de la carne de toro de Lidia*. Induráin, Gregorio e Insausti, Kizkitza (Dirs.). Trabajo Fin de Carrera. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, septiembre 2012.
- DEPARTAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL DEL REINO UNIDO (UNITED KINGDOM DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY). *Diet and cardiovascular disease. Report on health and social subjects*. Her Majesty's Stationery Office, London, UK, 1994.
- DESCALZO, A.M., INSANI, E.M., BIOLATTO, A., SANCHO, A.M., GARCÍA, P.T., PENSEL, N.A., JOSIFOVICH, J.A. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance or Argentine beef. *Meat Science*, 2005, vol. 70, nº 1, pp. 35-44.

- DESCALZO, A.M., ROSSETTI, L., GRIGIONI, G., IRURUETA, M., SANCHO, A.M., CARRETE, J., PENSEL, N.A. Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science*, 2007, vol. 75, nº 2, pp. 299-307.
- DIKEMAN, M.E., REDDY, G.B., ARTHAUD, V.H., TUMA, H.J., KOCH, R.M., MANDIGO, R.W., AXE, J.B. *Longissimus* muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristic of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. *Journal of Animal Science*, 1986, vol. 63, nº 1, pp. 92-101.
- DOMEQ Y DÍEZ, A. *El toro bravo*, 4ª ed., Madrid: Espasa-Calpe, 1985. Colección La Tauromaquia, vol. II. ISBN 84-239-5402-1.
- DRAKE, M.A. Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science*, 2007, vol. 90, nº 11, pp. 4925-4937.
- ESPAÑA. Real Decreto 260/2002, de 8 de marzo, por el que se fijan las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de carnes de reses de lidia. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 64 de 15 de marzo de 2012, pp. 10824-10834.
- ESTÉVEZ, J.J. La carne de reses de Lidia. En: XII Jornadas Científicas sobre Alimentación "La Seguridad y calidad de los alimentos", (Granada 3-7 de noviembre de 2003). *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, 2003, vol. 16, nº 1, pp. 125-137.
- FERNÁNDEZ, J., CORTÉS, O., GARCÍA-ATANCE, M.A., GARCÍA, D., DUNNER, S., CAÑÓN, J. Origen genético del Toro de Lidia actual. *Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto (FEAGAS)*, 2006, nº 30, pp. 84-89.
- FORREST, J.C. *Relationship of subjective indices of quality in lamb carcasses to objective measurements of quality and grade*. M.S. Thesis. Kansas State University, Manhattan, 1962.
- FORTIN, J., DESPLANCKE, C. *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Zaragoza: Acribia S.A., 2001. ISBN: 84-200-0930-X
- GALBRAITH, J.K., HAUER, G., HELBIG, L., WANG, Z., MARCHELLO, M.J., GOONEWARDENE, L.A. Nutrient profiles in retail cuts of bison meat. *Meat Science*, 2006, vol. 74, nº 4, pp. 648-654.

- GARCÍA, I.R., PIZARRO, M., MAZZUCHELLI, F., PARRILLA, G. Bases de alimentación del ganado bravo en situaciones de escasez o fincas poco productivas. *Cría y Salud*, 2011, nº 35, pp. 54-61.
- GAUDIOSO V., RIOL, J.A. Selección y reproducción en el ganado de lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 295-308.
- GIL, F. *Variables neuroendocrinas y su relación con el comportamiento durante la lidia en el toro bravo (Bos taurus L.)*. Illera del Portal, J.C. y Silván G. (dirs.). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. Departamento de Fisiología Animal, 2012.
- GÓMEZ, I. *Producción y rentabilidad en ganado bravo de la tierra. Trabajo Fin de Carrera*. Antonio Purroy (Dir.). Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, marzo 2007.
- GULLETT, E.A., BUTTENHAM, S., HORE, T. Effect of age and cut on consistency of tenderness and leanness of beef. *Food Quality and Preference*, 1996, vol.7, nº 1, pp. 37-45.
- GUTH, H., GROSCH, W. 12-Methyltridecanal, a species specific odorant of stewed beef. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 1993, nº 26, pp. 171-177.
- GUTH, H., GROSCH, W. Dependence on the 12-methyltridecanal concentration in beef on the age of the animal. *Lebensmittel-Wissenschaft Unders Forschung*, 1995, nº 201, pp. 25-26.
- HANKEY, C., KAY, M. A note on the food conversion and meat quality of crossbred Aberdeen-Angus and Charolais heifers. *Animal Production*, 1988, vol. 47, nº 3, pp. 497-500.
- HEINZ, G., HAUTZINGER, P. *Meat processing technology for small to medium scale producers*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, 2007. ISBN: 978-974-7946-99-4
- HERNÁNDEZ, B., APORTA, J., SAÑUDO C., SÁENZ, C. Pigment and colour changes in meat during ageing. *Proceedings of the 1st International Congress on pigments in Food Technology*, 1999, Sevilla, pp. 301-305.

- HERNÁNDEZ, B., LIZASO, G., HORCADA, A., BERIAIN, M.J., PURROY, A. Meat color of fighting bulls. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 2006, vol. 14, nº 3, pp. 90-94.
- HOOTMAN, R.C. Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation. Philadelphia, ASTM Manual Series: MNL 13, 1992.
- HORCADA, A., POLVILLO, O., VALERA, M., JUÁREZ, M. Efecto estacional sobre el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular del toro de Lidia. *Agrociencia*, 2012, nº 46, pp. 467-479.
- HORGAN D.J., JONES P.N., KING N.L., KURTH L.B., KUYPERS, R., 1991. The relationship between animal age and the thermal-stability and cross-link content of collagen from 5 goat muscles. *Meat Science*, 1991, vol. 29, nº 3, pp. 251-262.
- HORNSTEIN, I., CROWE, P.F. Flavor studies on beef and pork. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 1960, nº8, pp. 494-505.
- HORNSTEIN, I., CROWE, P.F. Meat flavor: lamb. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 1963, nº 11, pp. 147-158.
- HUERTA - LEIDENZ, N., RODAS - GONZÁLEZ, A. El ganado de doble propósito. ¿Carne para consumidores exigentes? En: GONZÁLEZ – STAGNARO, C. [et al.]. *Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. Maracaibo: Astro Data, 1998.
- HUFF-LONERGAN, E., PARRISH F.C. Jr., ROBSON R.M. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 1995, vol. 73, nº 4, pp. 1064–1073.
- INDURAIN, G., BERIAIN, M. J., SARRIES, M. V. AND INSAUSTI, K. Effect of weight at slaughter and breed on beef intramuscular lipid classes and fatty acid profile. *Animal*, 2010, vol. 4, nº 10, pp. 1771-1780.
- INSAUSTI, K., BERIAIN, M.J., ALZUETA, M.J., CARR, T.R., PURROY, A. Lipid composition of the intramuscular fat of beef from Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Science*, 2004, vol. 66, nº 3, pp. 639–646.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. *Sensory analysis Methodology: "A" - "not A" test*. ISO 8588:1987. ISO, 1987.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Sensory analysis Methodology: Duo-trio test*. ISO 10399:2004. ISO, 2004.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Sensory analysis Methodology: Paired comparison test*. ISO 5495:2005. ISO, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Sensory analysis Methodology: Triangle test*. ISO 4120:2004. ISO, 2004.
- JELLINEK, G. *Sensory Evaluation of Food. Theory and Practice*. Ellis Horwood, Londres, 1985.
- JIANG, T., BUSBOOM, J.R., NELSON, M.L., O'FALLON, J., RINGKOB, T.P., ROGERS-KLETTE, K.R., JOOS, D., PIPER, K. The influence of forage diets and aging on beef palatability. *Meat Science*, 2010, vol. 86, nº 3, pp. 642–650.
- JOHANSSON, G. Relationships between different colour parameters from reflectance measurements on bovine muscles. *Proceedings 35th International Congress of Meat Science and Technology*, 1989, vol. 2, pp. 601-607.
- JUÁREZ, M., FAILLA, S., FICCO, A., PEÑA, F., AVILÉS, C., POLVILLO, O. Buffalo meat as affected by different cooking methods. *Food and Bioproducts Processing*, 2010, vol. 88, nº 2-3, pp. 145-148.
- KEMP, S., HOLLOWOOD, T., HORT, J. *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. 1st Ed., Sussex: Wiley-Blackwel, 2009. ISBN: 978-1-4051-6210-4.
- KOOHMARAIE, M., KENT, M.P., SHACKELFORD, S.D., VEISETH, E., & WHEELER, T.L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science*, 2002, vol. 62, nº 3, pp. 345–352.
- KRAMMER, A., TWIGG, B. *Quality control in the food industry*. Connecticut: The AVI Publishing Co. Inc. Westport, 1972.
- KREIKEMEIER, K.K., UNRUH, J.A., ECK, T.P. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *Journal of Animal Science*, 1998, nº 76, pp. 388-395.
- LARMOND, E. Physical requirements for sensory testing. *Food Technology*, 1973, nº 27, pp. 28-32.

- LARMOND, E. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Food Res. Inst. Can. Dept. Agri., Ottawa, 1977.
- LAWRIE, R.A. The eating quality of meat. En: *Meat Science*. Londres: Pergamon Press, 1966.
- LAWRIE, R.A. *Ciencia de la Carne*. 1ª ed., Zaragoza: Acribia S.A., 1977. ISBN 978-842-00-0856-1.
- LEPETIT, J. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science*, 2007, vol. 76, nº 1, pp.147-159.
- LEPETIT, J., SALÉ, P. Analyse du comportement rhéologique de la viande par une méthode de compression sinusoïdale. *Science des Aliments*, 1985, nº5, pp. 521-540.
- LIZASO, G. *Calidad de la carne de ternera de las razas Pirenaica y Frisona*. Public University of Navarre. Pamplona, Spain. Grade Thesis, 1998.
- LIZASO, G., BERIAIN, M.J., PURROY, A., HUARTEMENDICOA, J., HERNÁNDEZ, B., CHASCO, J. Calidad de la carne de terneros machos de raza Pirenaica y su evolución durante la maduración. *Revista ITEA*, 1997, nº 18, pp. 772-774.
- LOVE, J. (1994). Product acceptability evaluation. En: PEARSON, A. M., DUTSON, T. R. (Eds.). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*. Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1994, pp. 337–358.
- LU, R., ABBOT, J.A. Force/deformation techniques for measuring texture. En: KILCAST, D. [et al.]. *Texture in food. Volume 2: Solid foods*. 1st ed., Cambridge, Woodhead Publishing, 2004. ISBN: 1-85573-724-8.
- MACKINNEY, G., LITTLE, A.C., BRINER, L. Visual appearance of foods. *Food Technology*, 1966, nº 20, pp. 1300-1308.
- MAHER, S.C., MULLEN, A.M., KEANE, M.G., BUCKLEY, D.J., KERRY, J.P., MOLONEY, A.P. Decreasing variation in the eating quality of beef through homogenous pre- and post-slaughter management. *Meat Science*, 2004, nº 67, pp. 33-43.
- MARÍA G.A. Meat quality. En: APPLEBY M.C. [et al.]. *Long distance transport and welfare of farm animals*. Wallingford: CABI Publishing, 2008, pp. 77-113.

- MCAFEE, A.J., MCSORLEY E.M., CUSKELLY G.J., MOSS B.W., WALLACE J.M., BONHAM, M.P., FEARON A.M. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 2010, vol. 84, nº 1, pp. 1–13.
- MCVEIGH, J.M., TARRANT, P.V. Glycogen content and repletion rates in beef muscle, effect of feeding and fasting. *The Journal of Nutrition*, 1982, vol. 112, nº 7, pp. 1306-1314.
- MEDEIROS, L.C., FIELD, R.A., MENKHAUS, D.J., RUSSELL, W.C. Evaluation of range-grazed and concentrate-fed beef by a trained sensory panel, a household panel and a laboratory test market group. *Journal of Sensory Studies*, 1987, vol. 2, pp. 259-272.
- MEILGAARD, M.C., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. 3ª ed. Nueva York: CRC Press LLC, 1999.
- MELTON, S.L., DAVIDSON, J.R., MOUNT J.R. Sensory analysis of undesirable flavors in meat. En: St AGELO, A.G. [et al.]. *Warmed over flavor of meat*. Boca Raton: CRC Academic Press Inc., 1987. pp. 141-164.
- MICOL, D., SANTÉ-LHOUTELLIER, V., SANS, P., FIOT, I., GATELLIER, P., DURAND, D.; PICARD, B. La denominación “Taureau de Camargue”. Características específicas de su carne. En: *VIII Symposium del Toro de Lidia (Zafra, 26 y 27 de octubre de 2007)*. España, 2007.
- MILLER, R.K. Quality Characteristics. En: D.M. KINSMAN, [et al.]. *Muscle Foods. Meat Poultry and Seafood Technology*. Nueva York: Springer, 1994.
- MONIN, G. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Production des Animaux*, 1991, nº 4, pp. 151-160.
- MONSÓN, F., SAÑUDO, C. Y SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science*, 2004, nº 68, pp. 595-602.
- MONSÓN, F., SAÑUDO, C. Y SIERRA, I. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 2005, vol. 71, nº 3, pp. 471-479.
- MOODY, W.G. 1983. Beef flavor. A Review. *Food Technology*, 1983, nº 5, pp. 227-246.

- MOORE, V.J., YOUNG, O.A. The effects of electrical stimulation, thawing, ageing and packaging on the colour and display life of lamb chops. *Meat Science*, 1991, vol. 30, nº 2, pp. 131-145.
- MOTTRAM, D.S. Flavor formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 1998, vol. 62, nº 4, pp. 415-424.
- MUÑOZ, A. M., CIVILLE G.V. CARR, B. T. *Sensory evaluation in quality control*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992
- NISHIMURA, T., LIU, A., HATTORI, A., TAKAHASHI, K. Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during post-mortem ageing of beef. *Journal of Animal Science*, 1998, nº 76, pp. 528-532.
- NOVAKOFSKI, J., BREWER, S. The Paradox of Toughening During the Aging of Tender Steaks. *Journal of Food Science*, 2006, vol. 71, nº 6, pp. 473-479.
- OLDFIELD, J.E., FOX, C.W., BAHN, A.V., BICKOFF, E.M., KOHLER, G.O. Coumestrol in alfalfa as a factor in growth and carcass quality in lambs. *Journal of Animal Science*, 1966, nº25, pp. 167-174.
- OLIVÁN, M., SIERRA, V., CASTRO, P., MARTÍNEZ, A., CELAYA, R., OSORO, K. Carcass and meat quality from yearling bulls managed under organic or conventional systems. *Proceedings of 60th Annual meeting of the European Federation of Animal Science EAAP*, 2009, Barcelona, España.
- ONEGA, M.E. *Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales*. Ruiz de Huidobro, Felipe (Dir.). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. Departamento de Nutrición y Bromatología III, 2003.
- OUALI, A. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA. Production des Animaux*, 1991, vol. 4, nº 3, pp. 195-208.
- OUALI, A. Structure and biochemistry of muscle as related to meat texture. En: *Proceedings of the 14th European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, Bologna, 1999, vol. 1, pp. 91-121.
- PAGE, J.K., WULF, D.M., SCHWOTZER, T.R. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, 2001, nº 79, pp. 678-687.

- PALEARI, M.A., MORETTI, V.M., BERETTA, G., MENTASTI, T., BERSANI, C. Cured products from different animal species. *Meat Science*, 2003, vol. 63, pp. 485-489.
- PALOMARES, R. Los encastes actuales en el Ganado de Lidia. En: PURROY, A. [et al.]. *III Jornadas sobre Ganado de Lidia*. Universidad Pública de Navarra, 2003.
- PARTIDA, J.A., OLLETA, J.L., SAÑUDO, C., ALBERTI, P., CAMPO, M.M. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. *Meat Science*, 2007, vol. 76, nº 3, pp. 444-454.
- PAUL, P.C., TORTEN, J., SPURLOCK, G.M. Eating quality of lamb. I. Effect of age. II. Effect of preslaughter nutrition. III. Over-all comparisons and interrelationships. *Food Technology*, 1964, nº 18, pp. 1779-1785.
- PERYAM, D.R., SWARTZ, V.W. Measurement of sensory differences. *Food Technology*, 1950, nº 4, pp. 390-395.
- PIGGOTT, J.R., SIMPSON, S.J., WILLIAMS, S.A.R. Sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 1998, vol. 33, nº 1, pp. 7-18.
- PLAZA, J. *Evaluación de carne de vacuno por un panel de consumidores*. Beriain, M^a José (Dir.). Trabajo Fin de Carrera. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, julio 2011.
- POZO, R. Problemas de calidad en la carne del toro lidiado. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 1993, nº 125, pp. 167-182.
- PRICE, J.F., SCHWEIGERT, B.S. *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Zaragoza: Acibia S.A., 1994. ISBN 978-842-00-0759-5
- PURCHAS, R.W., BURNHAM, D.L., MORRIS, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef *longissimus* muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science*, 2002, vol. 80, nº 12, pp. 3211-3221.
- PURROY, A. *El comportamiento del toro de lidia*. Ed. Universidad Pública de Navarra (Pamplona), 2002.
- PURROY, A. Desarrollo integral del ganado de Lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 333-343.

- PURROY, A., MENDIZÁBAL, J.A. Manejo de la alimentación en el ganado de Lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 281-294.
- RAES, K., DE SMET, S., DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 2004, vol. 113, nº 1-4, 199-221.
- RENERRE, M., MAZUEL, J.P. Relations entre méthodes de mesures instrumentales et sensorielles de la couleur de la viande. *Sciences des Aliments*, 1985, nº 5, pp. 541-557.
- ROBELIN, J. Bases physiologiques de la production de viande: croissance et development des bovins. En: *Production de viande bovine*. Theix: Ed. INRA, 1986, pp. 35-60.
- RODRÍGUEZ, A. Aspectos generales de la producción del vacuno de lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 247-265.
- RODRÍGUEZ, V.M., SIMÓN, E. *Bases de la alimentación humana*. La Coruña: Editorial Netbiblo, 2008. ISBN: 978-84-9745-251-1.
- RONCALÉS, P. Capítulo 14: Transformación del músculo en carne. Rigor mortis y maduración. En: BEJARANO, S.M. *Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos*. Madrid: Ediciones Martín y Macías, 2001. ISBN: 84-85263-09-X.
- ROSS, M.H., PAWLINA, W. *Histología. Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular*. 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007. ISBN 978-950-06-0435-2.
- RUTLEDGE, K.P., HUDSON, J.M. Sensory Evaluation: Method for Establishing and Training a Descriptive Flavor Analysis Panel. *Food Technology*, 1990, nº 44, pp. 78-84.
- SÁNCHEZ, A. Ensayo sobre biotipología del toro de Lidia. *Bol. De Ciencia Veterinaria* (Febrero 1952).
- SÁNCHEZ, J.M., ALONSO DE LA VARGA, M.E. Instalaciones y alojamientos en el ganado de lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo*

XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 295-308.

- SÁNCHEZ, M.T. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. 1ª ed., Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. ISBN 84-8476-129-0.
- SANZ, C. *Enciclopedia de la Carne*, 2ª ed., Madrid: Espasa Calpe S.A., 1967.
- SAÑUDO, C., ALBERTÍ, P., CAMPO, M.M., OLLETA, J.L., PANEA, B. 1998. Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas. *Archivos de Zootecnia*, 1998, nº 48, pp. 397-402.
- SAÑUDO, C., MACIE, E.S., OLLETA, J.L., VILLARROEL, M., PANEA, B., ALBERTI, P. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*, 2004, vol. 66, nº 4, pp. 925-932.
- SAVELL, J. W., BRANSON, R. E., CROSS, H. R., STIFFLER, D. M., WISE, J. W., GRIFFIN, D. G., SMITH, G.C. National consumer retail beef study: Palatability evaluation of beef loin steaks that differ in marbling. *Journal of Food Science*, 1987, vol. 52, pp. 517–519.
- SAVELL, J. W., CROSS, H. R., FRANCIS, J. J., WISE, J. W., HALE, D. S., WILKES, D. L., SMITH, G.C. National consumer retail beef study: Interaction of trim level, price and grade on customer perception of beef steaks and roasts. *Journal of Food Quality*, 1989, nº 12, pp. 251–274.
- SCHAKELFORD, S. D., WHEELER, T. L., KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: I: Evaluation of beef *longissimus* shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 1997, nº 75, pp. 2417-2422.
- SCHROEDER, J.W., CRAMER, D.A., BOWLING, R.A., COOK, C.W. Palatability, shelf-life and chemical differences between forage- and grain-finished beef. *Journal of Animal Science*, 1980, vol. 50, nº 5, pp. 852-859.
- SCOLLAN, N.D., CHOI, N.J., KURT, E., FISHER, A.V., ENSER, M., WOOD, J.D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *The British Journal of Nutrition*, 2001, vol. 85, nº 1, pp. 115–124.

- SEIDEMAN, S.C., H.R. CROSS, G.C. SMITH, AND P.R. DURLAND. Factors associated with fresh meat color: a review. *Journal of Food Quality*, 1984, vol. 6, nº 3, pp. 211-237.
- SENTANDREU, M.A., COULIS, G., OUALI, A. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology*, 2002, nº 13, pp. 400-421.
- SERRA X., GUERRERO L., GUÀRDIA M., GIL M., SAÑUDO C., PANEA B., CAMPO M., OLLETA J., GARCÍA-CACHÁN M., PIEDRAFITA J., OLIVER M. Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationship with chemical and instrumental meat quality. *Meat Science*, 2008, vol. 79, nº 1, pp. 98-104.
- SIERRA V., GUERRERO L., FERNÁNDEZ-SUÁREZ V., MARTÍNEZ A., CASTRO P., OSORO K., RODRÍGUEZ-COLUNGA M.J., COTO-MONTES A., OLIVÁN M. Eating quality of beef from biotypes included in the PGI "Ternera Asturiana" showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Science*, 2010, vol. 86, nº 2, pp. 343-351.
- SMITH, G.C., GALGAN, M.W., WELLER, M. Abstracts of Papers for Presentation at the 56th Annual Meeting of the American Society of Animal Science. Effect of elemental sulfur on lamb performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*, 1964, vol. 23, pp. 892-893.
- SMITH G.C., CARPENTER Z.L., KING G.T., HOKE K.E. Lamb carcass quality. I. Palatability of leg roasts. *Journal of Animal Science*, 1970, vol. 30, pp. 496-502.
- SMITH, G.C., CULP, G.R., CARPENTER, Z.L. Postmortem aging of beef carcasses. *Journal of Food Science*, 1978, vol. 43, pp. 823-826.
- SMITH, G.C., SAVELL, J.W., CROSS, H.R., CARPENTER, Z.L. The relationship of USDA Quality Grade to beef flavor. *Food Technology*, 1983, nº 37, pp. 233-238.
- SORIA, L.A., CORVA, P.M. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 2004, vol. 12, nº 2, pp. 73-88.
- SOTILLO, F., RAMÍREZ DE LA FE, A.R., SOTILLO, J.L. Biotipología del Toro de Lidia. En: BUXADÉ, C. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, pp. 233-245.

- SPANIER, A. M., FLORES, M., MCMILLIN, K. W., BIDNER, T. D. The effect of postmortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors. *Food Chemistry*, 1997, vol. 59, nº 4, pp. 531–538.
- ST. ANGELO, A.J., VINYARD, B.T., BETT, K.L. Sensory and statistical analysis in meat flavor research. En: F. SHAHIDI. *Flavor of Meat and Meat Products*. Salisbury, Chapman & Hall, 1994.
- STONE, H., SIDEL, J.L. *Sensory Evaluation Practices*. 2nd Ed., San Diego, USA: Academic Press, Inc., 1993. ISBN: 978-144-19-6487-8.
- STONE, H., SIDEL, J.L., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, 1974, nº 28, pp. 24-32.
- STRANGE, E.D., BENEDICT R.C., GUGGER R.E., METZGER V.G., SWIFT C.E. Simplified methodology for measuring meat color. *Journal of Food Science*, 1974, vol. 39, nº 5, pp. 988-992.
- TATUM, J.D., GREEN, R.D., O'CONNORS, S.F, SMITH, G.C. Puntos críticos del control genético para mejorar la terneza en carnes de res de cruces de bovinos tolerantes al calor. En: *El Ganado Cebú en el umbral del siglo XXI. Memorias del Congreso Mundial de la raza Cebú* (19-23 de marzo de 1996). Cap. 19, pp. 374-403.
- TOURAILLE, C. Y GIRARD, J.P. 1985. Influence du sexe et de l'âge à l'abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovins Limousins abattus entre 16 et 33 mois. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix., I.N.R.A., 1985*, nº 48, pp. 83-89.
- URIARTE, L. *El toro de lidia español*, 2ª ed., Madrid: Artes Gráficas "Arges" S.L., 1970.
- VAN MOESEKE, W., DE SMET, S., CLAEYS, E., DEMEYER, D. Very fast chilling of beef: Effect on meat quality. *Meat Science*, 2001, vol. 59, nº 1, pp. 31–37.
- VERBEKE, W., VACKIER, I. Profile and effects of consumer involvement in fresh meat. *Meat Science*, 2004, vol. 67, nº 1, pp. 159-168.

- VERGARA, H., GALLEGO, L., GARCÍA, A., LANDETE-CASTILLEJOS, T. Conservation of *Cervus elaphus* meat in modified atmospheres. *Meat Science*, 2003, vol. 65, nº 2, pp. 779-783.
- VOISEY, P.W. Application of instruments for measuring food texture. En: DE MAN, J.M., VOISEY, P.W., RASPER, W.F., STANLEY, D.W. *Rheology and Texture in Food Quality*. Connecticut: The AVI Publishing Company, 1976.
- WARNER, K.F. Adventures in testing meat for tenderness. *Proceedings of the 5th Annual Reciprocal Meat Conference*, 1952, pp.156-160.
- WARNER, K.F. Progress report of the mechanical tenderness of meat. *Proceedings of the American Society for Animal Production*, 1928, nº 21, pp. 114-121.
- WARREN, H.E., SCOLLAN, N.D., ENSER, M., HUGHES, S.I., RICARDSON, R.I., WOOD, J.D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science*, 2008, vol. 78, nº 3, pp. 256-269.
- WASSERMAN, A.E., TALLEY, F. Organoleptic identification of roasted beef, veal, lamb and pork as affected by fat. *Journal of Food Science*, 1968, vol. 33, pp. 219-224.
- WASSERMAN, A.E., SPINELLI, A.M. Effect of some water-soluble components on aroma of heated adipose tissue. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 1972, nº20, pp. 171-178.
- WEBB, E.C., O'NEIL, H.A. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 2008, vol. 80, nº 1, pp. 28-36
- WEBER, A.D., LOEFFEL, W.J. Feeding tests and carcass studies with early spring lambs and aged western ewes. University of Nebraska, *Agricultural Experiment Station Bulletin*, 1932.
- WEIR, C.E. Palatability characteristics of meat. En: FREEMAN, W.H. [et al.]. *The Science of Meat and Meat Products*. San Francisco, 1960, pp. 212-221.
- WHITAKER, J.R. Chemical changes associated with ageing of meat with emphasis on the proteins. *Advances in Food Research*, 1960, vol. 9, pp. 1-60.

- WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., HUGHES, S.I., WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 2008, vol. 78, nº 4, pp. 343 – 358.
- ZAMORANO, M., RAMOS, G., PICALLO, A. Efectos del “tendercut” y maduración sobre la ternera de la carne de novillos Hereford. *Revista Argentina de Producción Animal*, 2002, nº 22 (Sup. 1), pp. 409-411.
- ZHANG, S.X., FAROUK, M.M., YOUNG, O.A., WIELIEZKO, K.J., PODMORE, C. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science*, 2005, vol. 69, nº 4, pp. 765-772.

ANEXOS

8.ANEXOS

ANEXO I. Ficha descriptiva.

FICHA DE CATA DE CARNE DE VACUNO

CATADOR..... FECHA.....

OLOR

muy débil

muy intenso

Intensidad

muy débil

muy intenso

Característico vacuno

muy débil

muy intenso

Hígado

FLAVOR

muy débil

muy intenso

Intensidad

muy débil

muy intenso

Característico vacuno

muy débil

muy intenso

Hígado

muy débil

muy intenso

Sangre

muy débil

muy intenso

Persistencia

TEXTURA

muy débil

muy intenso

Jugosidad

muy débil

muy intenso

Dureza

muy débil

muy intenso

Residuo

muy débil

muy intenso

Fibrosidad

muy débil

muy intenso

Untuosidad

no me gusta nada

me gusta mucho

Valoración global

PRESENCIA DE

MUESTRA

PRESENCIA DE

MUESTRA

☐ OLOR/ ☐ FLAVOR ESTABLO☐ OLOR/ ☐ FLAVOR RANCIO☐ OLOR/ ☐ FLAVOR PASTO☐ OLOR/ ☐ FLAVOR ACIDO☐ OLOR/ ☐ FLAVOR DULCE

OTROS.....

ANEXO II. Ficha hedónica.



Panel gastronómico de carne de toro de Lidia
Hotel La Perla (Alex Múgica)

Pamplona, 26 de Junio de 2013

Nombre _____

1. PREPARACIÓN TRADICIONAL (ESTOFADO):

(Por favor, señale utilizando los números 1, 2, 3 y 4)

OLOR

Extremad Desagra	Extremad Agrad

SABOR

Extremad Desagra	Extremad Agrad

TEXTURA

Extremad Desagra	Extremad Agrad

VALORACIÓN GLOBAL

Extremad Desagra	Extremad Agrad

COMENTARIOS:

2. PREPARACIÓN INNOVADORA (CARRILLERAS):

(Por favor, señale utilizando los números 1, 2, 3 y 4)

OLOR

Extremad Desagra	Extremad Agrad

SABOR

Extremad Desagra	Extremad Agrad

TEXTURA

Extremad Desagra	Extremad Agrad

VALORACIÓN GLOBAL

Extremad Desagra	Extremad Agrad

COMENTARIOS:

ANEXO III. Cuestionario.



Panel gastronómico de carne de toro de Lidia
Hotel La Perla (Alex Múgica)

Pamplona, 26 de Junio de 2013

Cuestionario

Nombre _____

Por favor, conteste a las siguientes preguntas sobre la carne de toro de Lidia:

1. ¿Cuándo consume carne de toro de Lidia?

Nunca ☐ Solo en Fiestas ☐ Mas veces al año ☐

2. ¿Qué tipo de tratamiento culinario emplea para cocinar o consumir la carne de toro de Lidia?

Estofado /cocción ☐ Plancha ☐ Asado ☐ Otros ☐

3. ¿La considera carne diferente de otras carnes?

Si ☐ No ☐

4. Ordene de 1 a 5 por su preferencia las siguientes carnes

Ternera ☐ Cordero ☐ Cerdo ☐ Toro Lidia ☐ Pollo ☐

5. ¿Cree que debería comercializarse como una marca de calidad (IGP)?

Si ☐ No ☐

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar e relación a la carne de vacuno?

Más ☐ Menos ☐ Igual ☐

7. Si es menos, ☐ -10% ☐ -20% ☐ -30% ☐ -50%

8. Comentarios: